



Samhällsekonomisk analys av ett djupförvar för använt kärnbränsle i Forsmark

Malin Lagerquist

Handledare: Ing-Marie Gren

SLU, Institutionen för ekonomi

Nationalekonomi

D-nivå, 20 poäng

ISSN 1401-4084

ISRN SLU-EKON-EX--412--SE

Examensarbete 412

Uppsala 2005

Samhällsekonomisk analys av ett djupförvar för använt kärnbränsle i Forsmark

Malin Lagerquist

Handledare: Ing-Marie Gren

© Malin Lagerquist

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för ekonomi
Box 7013
750 07 UPPSALA

ISSN 1401-4084
ISRN SLU-EKON-EX--412--SE

Tryck: SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala, 2005.

Pris: 60:- (exkl moms)

Tryck: SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala 2005.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för ekonomi
Box 7013
750 07 Uppsala
Tel 018-67 18 00

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Economics
Box 7013
SE-750 07 Uppsala, Sweden
Fax + 46 18 673502

Förord

Jag vill tacka hela min familj och alla vänner som stöttat mig och lyssnat i både med- och motgångar! Tack Bengt Leijon, Gerd Nirvin och Elin Svedberg på SKB för hjälp med material, diskussion mm! Särskilt tack till mamma och pappa för all hjälp med idéer, beräkningar och korrekturläsning!

Utan er hade detta arbete inte blivit skrivet!

Så nu återstår bara för mig att önska en trevlig läsning!

Sammanfattning

Detta arbete undersöker de samhälls- och miljöekonomiska effekterna av ett djupförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Arbetet söker ge ett helhetsperspektiv men fokuserar på sysselsättning, miljö och inkomst. För att undersöka skillnaden i nytta mellan ett scenario med och ett scenario utan djupförvar i Forsmark används en kostnads-intäktskalkyl.

Flertalet av de möjliga effekterna kan inte värderas och flera kan inte ens kvantifieras med tillgängliga data. Därför har detta arbete lite av förundersökningskaraktär som dels söker visa vad vi faktiskt vet idag och dels visa på vad som behöver undersökas vidare när tillgängliga data tillåter det.

De kostnader som kan värderas är trafikbuller under byggtiden samt utsläpp av koldioxid och kväveoxider från borttransport av bergmassor under byggtiden. Dessa kostnader värderas till totalt cirka 16,7 miljoner kronor. På plussidan finns intäkter på 7 miljarder kronor i form av direkta löner och skatteinkomster. Dessa siffror ger ett överskott på cirka 6 983 miljoner kronor vilket tyder på att ett djupförvar i Forsmark är samhällsekonomiskt lönsamt. Men i denna värdering saknas flera effekter av djupförvaret som kan påverka resultatet. Hur alternativkostnaden för att anställa arbetskraft beräknas, spinoffeffekter samt direkt och indirekt påverkan på efterfrågan i området kan påverka om förvaret bedöms som lönsamt eller inte. Människors känslor kring förvaret kan bland annat påverka efterfrågan, sysselsättning och inkomster. Dessutom har flera miljökostnader inte kunnat värderas, bland annat risken för radioaktiva utsläpp, påverkan på havs- och grundvatten och utsläpp från övrig trafik från förvaret. Beräkningarna försvåras dessutom av det långa tidsperspektivet där istider måste tas med i beräkningarna och av att externa faktorer som t ex kärnkraftsolyckor utomlands kan påverka de samhällsekonomiska effekterna.

Slutsatsen är att, givet att dagens opinionsläge förblir oförändrat, tyder resultaten på att ett djupförvar i Forsmark är samhällsekonomiskt lönsamt.

Abstract

This thesis investigates the socio- and environmental economic effects of a deep repository for spent nuclear fuel in Forsmark in the municipality of Östhammar. I seek to show the general picture but focus on the effects on employment, environment and income. Cost-benefit analysis is used to investigate the differences in utility between a scenario with and a scenario without a deep repository in Forsmark.

Most of the possible effects can not be valued and many can not even be quantified with the data available today. Therefore this thesis has a bit of a “preliminary study character” and seeks to show what we know today and what needs to be further investigated when available data allow it.

The costs that could be valued are noise from the traffic during the period of building and emissions of carbon dioxide and nitrogen oxides from the transportation of rock masses during the building period. These costs are valued to approximately 16,7 million Swedish crowns. The income is 7 billion Swedish crowns and consists of direct wages and tax incomes. This points to a profit of 6 983 million Swedish crowns which suggest that a deep repository in Forsmark will be profitable for society. But several effects that could affect the result are not included in this valuation. The calculation of the alternative cost of employing a new worker, spin-off effects and direct and indirect effects on the demand in the area could affect the outcome of the valuation. The feelings surrounding the repository can affect or example demand, employment and incomes. Several environmental costs could not be valued, for example the risks of radioactive emissions, effects on sea- and subsoil water and emissions from other traffic from the repository. The calculations are also complicated by the long period of time which includes an ice age and the fact that external factors such as a nuclear accident abroad could affect the socio-economic consequences.

The conclusion is that, given that current public opinion remains unchanged, the results indicate that a deep repository in Forsmark would be profitable for society.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Metod.....	2
2. Det svenska systemet för att ta hand om radioaktivt avfall.....	2
3. En metod för att undersöka samhälls- och miljöekonomiska effekter av ett djupförvar.....	3
3.1 Identifiering.....	5
3.2 Kvantifiering.....	6
3.3 Värdering.....	7
3.4 Val av diskonteringsränta.....	12
4. Scenarier.....	13
4.1 Östhammar idag.....	13
4.2 Scenario 1: Östhammar utan djupförvar.....	13
4.3 Scenario 2: Djupförvar byggs i Forsmark.....	14
5. Databeskrivning för ett djupförvar i Forsmark.....	14
5.1 Identifiering av möjliga effekter av ett djupförvar i Forsmark.....	14
5.2 Kvantifiering av effekterna.....	17
5.2.1 Sysselsättningseffekter.....	17
5.2.2 Risk för radioaktiva utsläpp.....	19
5.2.3 Trafik, buller och utsläpp till luft.....	19
5.2.4 Känslor kring förvaret.....	21
5.2.5 Inköp av varor och tjänster samt investeringar.....	21
5.2.6 Direkta inkomster av djupförvaret.....	21
5.2.7 Nyetableringar.....	22
5.2.8 Besöksnäring.....	22
5.2.9 Markanvändning.....	23
5.2.10 Påverkan på havs- och grundvatten.....	23
5.3 Värdering av effekterna.....	24
5.3.1 Buller.....	24
5.3.2 Utsläpp av koldioxid och kväveoxider från bergmassetransporter.....	24
6. Resultat och känslighetsanalys.....	25
6.1 Resultat.....	25
6.2 Känslighetsanalys.....	26
7. Slutsats och diskussion.....	28
Källförteckning.....	31
Bilaga 1 Beräkningar av sysselsättning och av skatt inom besöksnäringen.....	33
Bilaga 2 Värdering av buller.....	34
Bilaga 3 Värdering av utsläpp från bergmassetransporter.....	36

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Om dagens reaktorer drivs i 40 år kommer det i Sverige att finnas cirka 19 000 m³ använt kärnbränsle (SKBa. 2004. s 18). Det använda kärnbränslet är högaktivt och kommer att vara farligt för människor, djur, växter och miljön i 100 000 år. Därför måste det isoleras från biosfären vilket SKB planerar att göra genom att bygga ett djupförvar. Forsmark i Östhammars kommun har pekats ut som en potentiellt lämplig plats för ett djupförvar för använt kärnbränsle och platsundersökningar pågår där och i Oskarshamn kommun. Mycket forskning har genomförts om ett djupförvars säkerhetsaspekter, eventuell miljöpåverkan etc, men lite arbete har gjorts för att utreda ett helhetsperspektiv på samhällsekonomiska effekter av ett djupförvar, särskilt i Östhammar. SKB Forsmark har precis (hösten 2004) startat ett projekt för att närmare utreda ekonomiska konsekvenser av ett djupförvar. Det använda kärnbränslet måste tas om hand på något sätt. Här tar jag inte ställning till på vilket sätt det bör göras, men för att genomföra omhändertagandet på ett bra sätt behöver vi veta vilka effekter det kan ha på samhälle, miljö etc. Ekonomi ska inte vara den avgörande faktorn vid lokalisering av ett djupförvar, säkerhetsaspekter och dylikt ska överväga. Men det är ändå viktigt att vi vet hur ekonomin påverkas så att vi kan vidta lämpliga åtgärder, som att motverka negativa effekter, maximalt utnyttja positiva effekter eller kompensera eventuella förlorare. Dessutom är troligen många, speciellt kommuninvånare i platsundersökningskommunerna, intresserade av hur de/kommunen kan komma att påverkas ekonomiskt.

Arbetet inleds med en kort genomgång av hur Sveriges radioaktiva avfallet tas om hand idag. Därefter följer teoridelen som söker ta fram en modell för att undersöka effekterna av ett djupförvar. Situationen i Östhammar idag beskrivs, liksom scenarierna om ett djupförvar byggs respektive inte byggs i Forsmark. I kapitel 5 identifieras effekterna av ett djupförvar i Forsmark och dessa kvantifieras och värderas där så är möjligt. Slutligen beskrivs resultaten och en känslighetsanalys genomförs, följt av slutsats och diskussion. De olika beräkningarna har lagts som bilagor.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att utreda de samhällsekonomiska effekterna av ett eventuellt djupförvar i Forsmark, Östhammars kommun, och besvara frågan:

- Är det samhällsekonomiskt lönsamt med ett djupförvar för använt kärnbränsle i Forsmark?

Detta arbete fokuserar bara på själva djupförvarsanläggningen och kommer således inte att behandla inkapslingsanläggning, alternativa placeringar, produktion av kopparkapslar, finansieringssystem etc. Tidshorisonten kommer att vara fram till dess det använda kärnbränslet kan anses som ofarligt och riskerna för de sista effekterna därmed upphör, alltså cirka 100 000 år framåt i tiden.

Det viktigaste i detta arbete är dels att ta fram och värdera de effekter där data finns och dels att peka på effekter som bör ingå i en värdering men där data saknas eller är bristfällig. Ett annat viktigt syfte är att visa på sätt att värdera de effekter som idag saknar värdering och ta fram en metod för att göra en helhetsbedömning av samhälls- och miljöekonomiska effekter av ett djupförvar i Forsmark genom att peka på dem och beskriva hur de skulle kunna värderas.

1.3 Metod

I en kostnads-intäktskalkyl (kanske mer känd under namnet cost-benefitkalkyl) beräknas samhällets intäkter och kostnader för ett projekt och den visar hur samhällets välfärd påverkas av projektet i monetära termer. Eftersom detta arbete undersöker om det är samhällsekonomiskt lönsamt att placera ett djupförvar i Forsmark så är en KI-kalkyl den lämpligaste metoden. Djupförvaret kommer att bedömas som samhällsekonomiskt lönsamt om summan av de diskonterade intäkterna är större än summan av de diskonterade kostnaderna. Eftersom värderingar saknas på flertalet effekter kommer dock värderingen till stor del att ske i icke-monetära termer, alltså i form av kvantifiering och diskussion. På grund av bristande underlag har inte kvantifieringar och värderingar kunnat genomföras för flertalet av effekterna.

2 Det svenska systemet för att ta hand om radioaktivt avfall

SKB, Svensk kärnbränslehantering AB, ägs gemensamt av de svenska kärnkraftsbolagen (Vattenfall AB, Sydkraft Kärnkraft AB, OKG Aktiebolag och Forsmarks Kraftgrupp AB) (SKB. u.å. s 42). Det är ett nollvinstföretag med uppdrag att ta hand om Sveriges radioaktiva avfall.

Det radioaktiva avfallet delas upp i olika klasser beroende på radioaktivitet och de olika klasserna tas om hand på olika sätt (SKB. u.å. s 10, 20-3, 42). Låg och medelaktivt driftavfall från kärnkraften, sjukvård mm förvaras i berggrum cirka 50 m under havsytan i slutförvar för radioaktivt driftavfall, SFR, i Forsmark. Det använda kärnbränslet är högaktivt och förvaras idag i CLAB i Oskarshamn, där det ligger i vattenbassänger i 2 bergssalar 25-30 m ner i berget. Där ska det använda kärnbränslet förvaras i minst 30-40 år för att radioaktivitet och värme ska klinga av. CLAB togs i drift 1985.

Bränslet i CLAB ska sedan kapslas in i kopparkapslar med en insats av segjärn (SKB. u.å. s 14, 22-23, 42). Kopparen ska skydda kapseln mot korrosion och segjärnet stå emot bergets tryck. Kapslarna deponeras i ett djupförvar ca 500 m ner i urberget. Kapseln bäddas in i bentonitlera som bland annat ska hindra vattenflöden runt kapseln och fungera som stötskydd. Förvaret kommer att bestå av en underjordsdel med gångar och tunnlar där deponeringen sker och en ovanjordsdel med kontor, service- och produktionsbyggnader, förråd, nedfart till underjordsdelen etc. Djupförvarets underjordsdel kräver 1-2 km² och ovanjordsdelen kräver ca 0,3 km². Av ovanjordsdelen kommer ungefär 500x300 m att användas till driftområde och 700x250 m kommer att behövas för berghantering. Allteftersom deponeringen av bränsle fortgår fylls gångarna igen med en blandning av bentonitlera och bergkross. När allt bränsle har deponerats kan förvaret förslutas. I SKBs huvudalternativ ligger inkapslingsanläggningen där bränslet läggs i kopparkapslarna vid CLAB i Oskarshamn oavsett vart djupförvaret lokaliseras. Om inte det går kan inkapslingsanläggningen ligga vid djupförvaret.

SKB söker idag en plats för djupförvaret. I början av 90-talet gjordes översiktsstudier av hela landet där de delar av landet med en berggrund som inte passar för ett djupförvar valdes bort, till exempel Skåne och Gotland (SKB. u.å. s 27-31). Sedan genomfördes förstudier i åtta kommuner i Sverige: Storuman, Malå, Östhammar, Oskarshamn, Nyköping, Hultsfred, Tierp och Älvkarleby. Storuman och Malå tackade efter folkomröstningar nej till fortsatta studier. Idag genomför man mer djupgående platsundersökningar i Forsmark, Östhammars kommun, och vid Simpevarp (intill CLAB) i Oskarshamns kommun. SKB önskade även genomföra platsundersökningar i Tierp men kommunen tackade nej. Platsundersökningarna startade 2002

och där ingår 1 000 meter djupa kärnborrhål, provtagningsprogram av vatten, inventering av djur och växtliv mm. Målet är att skapa sig en detaljerad bild av området för att kunna ta ställning till om det är lämpligt för ett djupförvar. Platsundersökningen beräknas vara färdig årsskiftet 2007/2008 och då lämnas ansökan om tillåtelse att bygga förvaret på en av platserna, förutsatt att den är lämplig, in (Gerd Nirvin. 2005-05-30). Tillstånd till byggnation kan som tidigast ges år 2010. Provdeponering av 400 kapslar beräknas då starta cirka 2018 och pågå i 2-3 år men det är svårt att säga exakt hur länge (cirka 200 kapslar beräknas deponeras per år). Under förutsättning att ansökan om att starta reguljär drift godkänns beräknas reguljär drift av förvaret kunna påbörjas cirka 2020. Cirka 2060 beräknas förvaret förslutas men det beror på hur avvecklingen av kärnkraften kommer att ske. Den stora utbyggnaden av förvaret kommer att ske under 7 år och delas in i två skeden om 3,5 år vardera, byggskede 1 år 0-3,5 och byggskede 2 år 3,5-7 år (Arbetsmaterial från SKB). Under driftskedet kommer tunnlar att byggas ut successivt (Gerd Nirvin. 2005-05-30).

Platsundersökningsområdet i Forsmark är ett cirka 10 km² stort område sydöst om Forsmarks kärnkraftverk (SKBb. 2004. s 4).

SKBs verksamhet finansieras genom att knappt ett öre per kWh kärnkraftsel som produceras i Sverige betalas in till kärnavfallsfonden från kraftbolagen (och ytterst från konsumenterna) (SKB. u.å. s 8, 40). Från kärnavfallsfonden får sedan SKB pengar till sin verksamhet. Pengarna i Kärnavfallsfonden ska gå till att ta hand om det radioaktiva avfallet och rivningen av kärnkraftverken. Idag finansierar pengarna fortlöpande forskning, teknikutveckling, anläggningar mm som rör hanteringen av det radioaktiva avfallet i Sverige.

3 En metod för att undersöka samhälls- och miljöekonomiska effekter av ett djupförvar

För att kunna avgöra om ett djupförvar är samhällsekonomiskt lönsamt måste först dess effekt på alla berörda individers välfärd fastställas. Detta görs genom nyttofunktioner. En individs nyttofunktion visar individens nytta av, eller det värde han/hon sätter på, en speciell samling varor¹ (Pindyck och Rubinfeld. 2001. s 73-74, 102-103, 116-117). Nyttofunktionen är dock bara ett sätt att rangordna olika alternativ. Eftersom det inte går att objektivt mäta en persons nytta/välfärd av ett visst alternativ så kan nyttofunktionen bara användas till att säga vilket alternativ som föredras, inte hur mycket mer det föredras eller exakt vilken nytta det skulle ge individen.

Nyttn för en individ i under period t (U^{it}) antas här bero på hur mycket individen konsumerar av konsumtionsvaror (C^{it}) och miljövaror (inklusive t ex oroskänslor) (E^{it}):

$$U^{it} = U^i(C^{it}, E^{it}). \quad (1)$$

Konsumtionen av konsumtionsvaror beror i sin tur på individens inkomst under perioden (Y^{it}):

$$C^{it} = C^i(Y^{it}). \quad (2)$$

Vidare antas att individernas preferenser är oförändrade under hela tidsperioden.

¹ I hela detta arbete innefattar ordet varor även tjänster, miljövaror, ekosystemtjänster etc. Ibland används ordet miljövaror för de senare när det krävs för att särskilt poängtera att det handlar om just miljövaror och ekosystemtjänster.

I detta arbete ska vi undersöka skillnaden i ett scenario med respektive utan djupförvar. För att kunna jämföra nyttan i scenarierna används nyttofunktionen:

$$\sum_i \sum_t (U_M^i(C_M^t, E_M^t) - U_O^i(C_O^t, E_O^t)) \frac{1}{(1+r)^t} \geq 0. \quad (3)$$

U^i är nyttan² för individ i vid tidpunkt t i fallet med djupförvar (M) respektive utan djupförvar (O). Som ekvation (1) säger beror individens nytta på konsumtionen av konsumtionsvaror (C) och miljövaror (E). Om resultatet av ekvation (3) är positivt så är den samlade nyttan för alla individer i samhället över alla perioder större i fallet med djupförvar än i fallet utan och djupförvaret är samhällsekonomiskt lönsamt. Om resultatet däremot är negativt är djupförvarsetableringen inte samhällsekonomiskt lönsam. Termen $\frac{1}{(1+r)^t}$ är en diskonterings-

term som omvandlar kostnader och intäkter i framtiden till dagens värde. r är den valda diskonteringsräntan och t är tiden. Valet av diskonteringsränta har betydelse för resultaten om ett djupförvar är samhällsekonomiskt lönsamt eller inte. Därför är det värt att närmare diskutera de problem som uppstår vid valet av diskonteringsränta och även valet om man alls ska diskontera.

Diskonteringsräntan används för att diskontera intäkter och kostnader så att deras nuvärde beräknas. Först när nuvärdet är beräknat är det möjligt att jämföra intäkter och kostnader vid olika tidpunkter med varandra. Diskontering går till så att man via en diskonteringsränta beräknar hur mycket en viss summa pengar i framtiden är värd idag. Själva diskonteringen sker genom formeln:

$$NV = NI_0 + \frac{NI_1}{(1+r)} + \frac{NI_2}{(1+r)^2} + \frac{NI_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{NI_t}{(1+r)^t} = \sum_{T=0}^{t=T} \frac{NI_t}{(1+r)^{t+1}}, \quad (4)$$

där NV är nuvärdet, r är diskonteringsräntan, NI är nettoinkomster alltså intäkter minus kostnader, t är år, T är projektets sluttid (sista året).

Valet av diskonteringsränta kan vara viktigt, särskilt vid undersökningar med en tidshorisont så lång som denna. Först och främst måste man bestämma om man ska diskontera intäkter och kostnader alls eftersom det finns en del kritik mot diskonteringsförfarandet. Vissa menar att diskontering riskerar leda till att vi prioriterar nutida generationers intressen på bekostnad av framtida generationers. Andra menar istället att diskontering reflekterar hur människor fungerar, att vi föredrar att få någonting idag framför ett löfte om motsvarande värde t ex två år framåt i tiden. Dagens ekonomiska system som antar ekonomisk tillväxt är också en anledning till diskontering (Mattsson. 1988. s 53-51, 157-158). Kanske är det så att människor som individer föredrar saker idag framför imorgon, men samtidigt är frågan om samma tanke bör gälla mellan generationer. Eftersom det är vi idag som tar besluten så borde kanske våra värderingar gälla, så tillvida våra beslut inte leder till oåterkalleliga resultat eller extremt försämrar för framtida generation. Vilka beslut som gör det är dock en fråga öppen för debatt.

Att välja en positiv diskonteringsränta kan sägas stödja en implicit moralisk värdering att även om framtida generationer och deras välfärd faktiskt betyder något så värderas deras välfärd lägre än dagens (Perman m fl. 2003. s 68). Även om det implicita ställningstagandet att framtida generationers välfärd värderas lägre kan tyckas orättvist så används här diskontering. Att diskontera framtida värden är vedertagen praxis inom ekonomiska beräkningar och KI-

² Detta är "nettonyttan" där hänsyn tagits till både intäkter och kostnader av djupförvaret. Summan av alla kostnader dras från summan av alla intäkter vilket ger ett nettoresultat. Detta nettoresultat används sedan för att räkna ut nyttan.

kalkyler. Längre fram kommer dock ett sätt att försöka undvika problemet med att diskontera eller inte att nämnas.

Valet av diskonteringsränta får betydelse för ifall djupförvaret bedöms som samhällsekonomiskt lönsamt eller inte. En hög ränta innebär att framtida intäkter och kostnader blir värda relativt mindre medan en låg gör att de räknas som relativt mer värda. Ibland framförs att eftersom höga diskonteringsräntor gör att vi bortser från svåra miljöeffekter långt in i framtiden så bör vi ur miljövårdssynpunkt välja en låg diskonteringsränta (Perman m fl. 2003. s 377-378). Miljökostnader långt i framtiden får med en hög diskonteringsränta ett lägre nuvärde medan nuvärdet blir högre med en låg diskonteringsränta. Med en lägre diskonteringsränta får alltså miljöskador långt in i framtiden mer vikt än med en hög. Samtidigt kommer intäkter som sker medellångt in i framtiden också att värderas högre om valet faller på en lägre diskonteringsränta, så det finns ingenting ”inneboende bra” med en låg diskonteringsränta ur miljövårdssynpunkt, eller från intragenerationell synpunkt. Mer om valet av diskonteringsränta diskuteras i K 3.4

Beräkningen av nyttan av en djupförvarsetablering, alltså ekvation (3), sker i tre steg. Först identifieras effekterna av förvaret på ekvation (1), det vill säga vilka effekter av förvaret som kan påverka individers konsumtion av konsumtions- och miljövaror. Även effekter som kan påverka individers inkomster måste identifieras eftersom dessa, som ekvation (2) visar, påverkar individers konsumtion av konsumtionsvaror. När alla effekter har identifierats måste de kvantifieras, det vill säga beräknas hur stor varje effekt kan vara. Till sist måste varje effekt värderas för att kunna beräkna individens nytta av respektive effekt och sedan summan av alla individers nytta. Många av effekterna är ytterst svåra att värdera och kanske även svåra att kvantifiera. För dessa effekter kan det hända att det är bäst att bara, om möjligt, kvantifiera och sedan eventuellt diskutera dem. En eventuell samhällsekonomisk lönsamhet (eller olönsamhet) säger ingenting om fördelningen av intäkter och kostnader, vilka som tjänar och vilka förlorar på djupförvaret.

3.1 Identifiering

I det första steget ska alltså de effekter som kan påverka ekvation (1) identifieras. Ekvation (2) visar att en individs konsumtion av konsumtionsvaror (C) beror på hans/hennes inkomst och inkomsten antas här bero på hans/hennes sysselsättning. Ökade sysselsättningsmöjligheter i samhället innebär en ökad efterfrågan på arbetskraft och därmed ökar individens möjligheter till arbete och eventuellt kan det även innebära en ökad lönenivå i samhället. Det motsatta förhållandet gäller vid minskade sysselsättningsmöjligheter. Individens inkomster påverkas alltså av alla faktorer som kan påverka områdets sysselsättningsmöjligheter.

Sysselsättningsmöjligheterna antas här bero på direkta sysselsättningseffekter från djupförvarsetableringen och på inkomsterna i samhället (för företag, individer och skatteintäkter). Företagens inkomster beror på efterfrågan av varor och tjänster i samhället och på förutsättningarna för etablerade företag och för nyetableringar/företagsflytt. Efterfrågan antas här i sin tur bero på inköp och investeringar till förvaret och indirekta efterfrågeeffekter av förvaret. Företagsförutsättningarna påverkas av produktionsmöjligheter, investeringar i infrastruktur, spinoffeffekter, effekter på besöksnäring och företagsservicen i området. Även vissa miljöeffekter (risk för radioaktiva utsläpp, känslor kring förvaret och påverkan på havsvatten) kan påverka produktionsförutsättningar och efterfrågan och därmed inkomster och sysselsättningsmöjligheter. Skatteintäkterna är beroende av inkomsterna för individer och företag.

Konsumtionen av miljövaror (E) kan påverkas direkt av miljöeffekterna av ett djupförvar. Utsläpp till luften påverkar individens konsumtion av frisk luft och buller hans/hennes ”konsumtion av tystnad”. Miljövaror kan ha ett värde i sig för individen och därmed påverka hans/hennes nytta, även om individen konsumerar dem indirekt genom t ex vetenskapen att de finns, och sådana effekter måste också inräknas. Se K 3.3 för närmare diskussion av olika värden hos miljövaror. Förändringar i ekosystem på grund av förändringar i havs- och grundvattnet kan ha sådana indirekta värden. Förändringar i grundvattnet kan även direkt påverka individens nytta genom att vattnet i brunnar förändras. En individs känslor inför ett djupförvar kan påverka hans/hennes nytta direkt positivt eller negativt och känslorna kan leda till att människor flyttar. Känslor kring förvaret kan även inverka på efterfrågan på produkter från området kring förvaret. Risken för radioaktiva utsläpp påverkar dels individens välfärd direkt genom de effekter (skador/dödsfall) som individen kan utsättas för vid ett läckage och indirekt genom den påverkan ett läckage kan ha på miljön och på företag och därmed sysselsättningsmöjligheter och inkomster för individen. Mark kommer att tas i anspråk av djupförvaret vilket dels kan minska individens eventuella personliga användning av marken och indirekta värdering av marken.

För närmare diskussion om dessa effekter och dess påverkan på samhället och därmed individens nytta vid ett djupförvar i Forsmark se K 5.1.1.

3.2 Kvantifiering

Steg 2 i processen att beräkna värdet av ekvation (3) är att kvantifiera effekterna av djupförvaret och dess påverkan på ekvationerna (2) och (1), alltså hur stor påverkan på konsumtionen av miljövaror (E) och konsumtionsvaror (C) är. För att kvantifiera effekterna, deras styrka, utbredning samt tidpunkt måste både ekonomiska och icke-ekonomiska metoder användas. Flertalet av de tänkbara effekterna, främst inom miljö, kommer att kräva kunskaper från andra områden än ekonomi såsom biologi, markvetenskap, psykologi, sociologi etc. Genom att kombinera kunskaper från dessa områden kan ett mått på hur stora effekterna är tas fram. I de fall då utsläpp kommer från flera olika källor och vid olika tidpunkter måste konsekvenserna av alla dessa utsläpp uppskattas. Eftersom djupförvarsprojektet ännu inte är färdigprojekterat och en stor mängd undersökningar och forskning pågår och kvarstår så kommer alla effekter inte att kunna kvantifieras. Dessutom uppkommer komplikationer på grund av den långa tidsperioden. Under en så lång tidsrymd är det svårt, för att inte säga omöjligt, att göra rättvisande prognoser och även inom naturvetenskapliga förutsägelser kan osäkerheten vara stor. Under de 100 000 år som projekten kan tänkas ha effekter kommer dessutom troligen en istid att inträffa (SKB. 2003).³ Vid en istid täcks marken ovanför förvaret av ett istäcke som kan vara 3 km tjockt. Även perioder med permafrost kan förekomma. Dagens samhälle kommer inte att finnas kvar under en istid och troligen förändras betydligt under en period med permafrost. Under den tid som människor inte finns i förvarets närområde och därmed inte påverkas av dessa effekter så uppkommer inte heller,

³ Den senaste istiden hade sitt maximum för cirka 20 000 år sedan och tog slut för 10 000 år sedan (SKB. 2003). Istider växer fram genom omväxlande varma och kalla perioder då isen växer till. När istäckena successivt blir större och större under kallperioderna kallas kallperioderna för glacialer. Glacialer kan pågå mellan 100 000 och 150 000 år. Perioderna mellan istiderna, interglacialer, brukar vara cirka 10 000 år. Idag är vi inne i en interglacial. Vid permafrost är marken frusen året om och den släpper inte igenom något vatten.

enligt ekonomisk teori, några kostnader.⁴ Eftersom dagens samhälle med stor sannolikhet inte kommer att finnas kvar efter en istid så kan man anta att alla effekter djupförvaret kan komma att ha på samhället som längst sträcker sig tills istiden kommer.

För att kunna bedöma effekterna av inköp av varor och tjänster samt investeringar måste vi känna till hur mycket som spenderas på respektive inköp vid vilken tid samt under hur lång tidsperiod. Inköpen och investeringarna påverkar efterfrågan och därmed inkomster och sysselsättning i området. Uppskattningar från inköps- och investeringsplaner mm kan användas för att kvantifiera effekterna och sedan används metoderna som diskuteras nedan till värdering.

Effekterna av en nyetablering beror på inom vilken bransch den sker, hur stort företaget är, tillväxtpotential etc. Storleken på effekterna av sysselsättning och inkomster som en ”medelnyetablering” ger upphov till kan uppskattas från empiriska data över nyetableringar inom berörda branscher, t ex företagsservice. Sedan används detta för att skapa en funktion för effekterna av en nyetablering. För att undersöka incitament till nyetableringar tillfrågas nyetablerade företagare i området (med intervjuer/enkät) om varför de etablerade sig där, vad de skulle önska mer, vad som är dåligt i området för en etablering osv. Även äldre företag och företag i grannområden som kan ha ”valt bort” området kan inkluderas med något modifierade frågor. Utifrån dessa uppgifter kan sedan en funktion konstrueras som visar hur incitamenten för nyetableringar ser ut. Sedan undersöks vilka av de positiva och negativa etableringsvariablerna som kan komma att påverkas av en djupförvarsetablering och i vilken riktning och styrka. Från detta ser vi hur djupförvaret kan tänkas påverka incitamenten för nyetableringar i området. Dessa uträkningar måste även ta hänsyn till att nya företag kan tränga ut andra företag, antingen för att de konkurrerar på samma outputmarknad eller för att de konkurrerar om samma resurser, vilket också måste tas med i beräkningarna.

Empiriska data och intervjuer/enkäter med företagare, forskare med flera skulle kunna användas för att skapa en funktion som visar vilka faktorer som kan påverka spinoffeffekter. Utifrån denna funktion kan sedan möjligheterna till eventuella spinoffeffekter av en djupförvarsetablering uppskattas. På ett liknande sätt kan effekterna på företagsservice uppskattas genom empiriska data på hur liknande projekt, t ex etableringen av Forsmarks kärnkraftverk, påverkat ”servicebranscher”. Men eftersom djupförvaret är ett så pass unikt projekt kan dessa effekter vara svåra att uppskatta.

3.3 Värdering

I det sista steget måste effekten på nyttan värderas i monetära termer. På så sätt kan ett monetärt värde på ekvation (1) fås. Med hjälp av detta värde beräknas sedan värdet på ekvation (3) och detta värde visar huruvida djupförvarsetableringen är samhällsekonomiskt lönsam eller inte. När någonting värderas inom ekonomin används dess alternativkostnad. Alternativkostnaden är värdet av det näst bästa alternativet som resurserna skulle kunna ha använts till och samhället alltså går miste om när man använder resurserna i det första alternativet (Mattsson. 1988. s 43 och 111).

För de effekter där det finns ett marknadspris på varan används detta för att värdera effekten. Förlorad produktion inom t ex jord- och skogsbruk kan värderas antingen till producentpris

⁴ Inom ekonomisk teori uppstår en kostnad när någon människa påverkas. Alltså någon människa måste ha en betalningsvilja eller vara villig att acceptera kompensation för förändringen. Om ingen människa påverkas finns ingen kostnad.

eller till konsumentpris (producentpris inklusive skatter och avgifter) beroende på marknadssituationen. Om den förlorade produktionen lätt kan ersättas av andra företag så att det totala utbudet på marknaden inte påverkas värderas varan till producentpriset. Detta eftersom konsumenterna fortfarande kan köpa så mycket av varan de önskar och förblir opåverkade av förändringen. Således påverkas bara producenterna och därför är det deras värdering av varan som ska användas. Om däremot förändringen leder till att utbudet på marknaden minskar så påverkas även konsumenterna eftersom de inte längre kan köpa så mycket av varan som de önskar. Därmed påverkas även deras välfärd och konsumentpriset är den rätta värderingen av varan. Konsumentpriset är inköpspriset på varan medan producentpriset måste hittas genom intervjuer med företagare och branschorganisationer. Värdet kan sedan multipliceras med kvantiteten produktionsbortfall för att beräkna det totala värdet av skadan av produktionsbortfallet, under förutsättning att hänsyn tas till ändringar i produktionskostnader och liknande vilket kan försvåra beräkningen. Men för många varor, särskilt miljövaror, finns ingen fungerande marknad och därmed inget marknadspris. Dessa varor måste värderas på annat sätt och det finns ett flertal metoder för att göra det.

En något bearbetad uppdelning från Perman med flera delar upp miljövarornas värde i fyra sorters värde inom två huvudgrupper: brukarvärde och icke-brukarvärde (Perman m fl. 2003. s 402-403). Brukarvärden kan delas upp i användarvärde och optionsvärde. Användarvärde behandlar individens faktiska, eller planerade, användning av varan för t ex rekreation. Optionsvärde behandlar individens vilja att betala för att behålla möjligheten att han/hon ska kunna använda varan i framtiden. Icke-brukarvärden kan delas upp i existensvärde och kvasioptionsvärde. Existensvärdet är att individer, oberoende av om de tänker använda varan själva, är beredda att betala för att den ska finnas kvar i framtiden. Kvasioptionsvärde är när individen är villig att betala för att förhindra irreversibla konsekvenser om han/hon tror att vi i framtiden kommer att ha större kunskap och därmed kunna undvika dessa konsekvenser. Optionsvärde och kvasioptionsvärde uppkommer bara när informationen om framtiden är ofullständig. Osäkerheterna om framtiden angående djupförvaret och den långa tidsrymden som detta arbete täcker gör att även dessa värden kan vara relevanta att undersöka.

Metoderna för att värdera miljöeffekter kan delas upp i direkta och indirekta. När direkta metoder används tillfrågas individer inom den berörda befolkningen direkt om deras betalningsvilja för olika miljövaror. Exempel på direkta metoder är "contingent valuation method" (CVM) och "choice modelling" (CM).⁵ Inom indirekta metoder används det faktum att det kan finnas en koppling mellan värdet på en miljövara och priset på en annan vara (med marknadspris). Då används individens faktiska beteende och marknadsvärdet på denna vara för att beräkna värdet på miljövaran. Exempel på indirekta metoder är resekostnadsmetoden och "hedonic pricing".⁶ Ett problem med indirekta metoder är att de bara mäter brukarvärden medan direkta metoder även kan värdera icke-brukarvärden (Perman m fl. 2003. s 420-439). Dessa metoder passar till att värdera olika effekter och alla har sina fördelar och problem. Den

⁵ CVM går i korthet ut på att svara på tillfrågan om deras betalningsvilja alternativt deras kompensationskrav för en förändring som beskrivs i frågan (Perman m fl. 2003. s 420-39). I CM bryts förändringen upp i ett antal "attribut" (inklusive kostnad) och olika alternativ presenteras med olika nivåer på de olika attributen. De svarande ska ta ställning till vilken av tre eller fyra alternativ som han/hon föredrar.

⁶ Hedonic pricing söker värdera t ex buller genom att jämföra hyror eller huspriser för bostäder i områden med olika bullernivå (Perman m fl. 2003. s 411-417, 435-6). Genom att känna till bullernivå och andra viktiga egenskaper hos husen, såsom bostadsyta och antal rum, söker man uppskatta ett värde på bullret genom att undersöka hur mycket extra köpare är villiga att betala för en mindre bullrig bostad. Resekostnadsmetoden söker uppskatta värdet av t ex en nationalpark genom att uppskatta resekostnaden för besökarna till parken. Genom att dela in området runt parken i olika zoner, uppskatta kostnaden att resa till parken från olika zoner och sedan antalet besökare från olika zoner så uppskattas resekostnaden för besökarna till parken.

som är intresserad av att veta mer om värderingsmetoderna rekommenderas att läsa kapitel 12 i Perman m fl.

Vid dessa undersökningar är det viktigt att notera att den berörda befolkningen kan vara mycket stor och även sträcka sig utanför Sveriges gränser. Globala effekter, såsom av koldioxidutsläpp, kan vara extra svåra att värdera pga stora osäkerheter kring konsekvenser och deras styrka, vilken del av konsekvenserna just detta utsläpp orsakar, problem att samla en gemensam värdering för hela jordens befolkning, om åsikter ska vägas olika om svaranden riskerar att drabbas själv eller inte osv. Dessutom är det viktigt att inte bara de direkt påverkade ingår i berörd befolkning utan även de som t ex anser att varan har någon form av existensvärde.

En eventuell påverkan på havsvattnet och fiskpopulationer kan påverka både professionella och fritidsfiskare. Fritidsfiskarnas värdering kan fås via CVM och multipliceras med antalet fiskare. De professionella fiskarnas förluster/vinster av förändrad fångstsammansättning kan troligen värderas till producentpriset. Detta eftersom de påverkade fiskarna är så få att marknadsutbudet och därmed konsumenterna inte påverkas. Detta gäller under förutsättning att konsumenterna inte bryr sig om varifrån fisken kommer vilket inte är säkert.

Kostnaderna för en förstörd brunn mäts delvis genom kostnaderna för att långsiktigt ordna vattenförsörjning på annat sätt, alltså borra ny brunn eller ansluta till kommunala vattennätet. Dessa kostnader kan uppskattas med data från brunnsborrningsföretag, hushåll som borrar brunn, kommunala uppskattningar etc. Sannolikheten och kostnaden för att en brunn ersätts via ny brunn eller anslutning till vattennätet används för att skapa ett vägt snitt av kostnaden för en ny brunn. Utöver kostnaderna för att långsiktigt lösa vattenfrågan tillkommer kortsiktiga kostnader (duscha på arbetet, tvätta hos grannen, köpa dricksvatten osv) och eventuellt känslor av ilska och irritation. Dessa kostnader kan uppskattas genom intervjuer/enkäter med hushåll som t ex utsatts för långvariga strömbrott eller av andra orsaker inte haft tillgång till vatten. Kostnader som inte är direkt kopplade till just vattenbristen måste dock sällas bort.

Känslor kring förvaret, både positiva och negativa, och den påverkan förvaret kan ha på människors psykiska hälsa kan uppskattas via enkäter/intervjuer liknande CVM eller choice modelling. Från dessa kan också uppgifter om hur många som är oroade, tror de skulle flytta vid en djupförvarsetablering osv fås. Känslor som gör att människor flyttar värderas efter flyttkostnader vilket kan ses som utflyttarnas lägsta värdering. Värdet för flyttning kan samtidigt ses som den maximala "känslovärderingen" för de personer som väljer att bo kvar eftersom om värdet var större så skulle de flytta (bortser t ex från att vissa har sämre möjligheter att få arbete på andra platser). Från detta kan värdet av oron som djupförvaret kan orsaka räknas ut genom att antalet oroade multipliceras med flyttkostnaden. Detta kan ses som en hög uppskattning eftersom det inte är säkert att alla som idag uppger att de skulle flytta faktiskt gör det. Många andra faktorer, såsom arbete och bostad, spelar in i ett flyttbeslut. Denna uppskattning kan sedan användas som en del i kostnaden för "känslor" kring förvaret. Utflyttade hushåll kan även innebära minskade skatteinkomster, minskat underlag för handel mm vilket värderas enligt metoderna som diskuteras i detta kapitel. Det är viktigt att komma ihåg att det är vanskligt att sätta kronor och ören på känslor och det kan vara bäst att helt enkelt rapportera vad undersökningarna kommer fram till i termer av dominerande känslor, dess styrka osv, utan att diskutera det i monetära termer. De känslor som människor har kring riskfyllda projekt och liknande behöver inte ha något samband med "verkliga" risker utan känslorna beror även på andra faktorer såsom mediernas bild av förvaret.

Flyttkostnader för familjer och/eller företag består dels av faktiska flyttkostnader, transporter etc och dels av kostnader i form av eventuellt lägre betalt arbete eller högre boendekostnader på den nya platsen, det extra arbetet och tidsåtgången som flytten och att hitta nytt boende och arbete innebär, resurser som kunde ha använts till produktion används till flytten istället osv. Dessa kostnader uppskattas genom enkätundersökningar eller djupintervjuer med familjer och företag som genomgått en flytt, statistik, arbetsförmedlingens flyttbidrag osv.

Skador på människor värderas dels genom kostnader för sjukhusvård, mediciner, förlorad arbetsinkomst etc och dels genom psykiska kostnader för den skadade och hans/hennes familj, såsom känslor av förlust, ilska osv. En ökad olycksrisk värderas dels genom kostnaden för skador och förlorade liv och dels genom materiella skador. Materiella skador kan uppskattas från empiriska data över reparations- och ersättningskostnader från t ex försäkringsbolag. För att värdera dödsfall föreslår Mattsson att man ska mäta människors betalningsvilja för en minskad dödsrisk eller deras kompensationskrav för en ökad (Mattsson. 1988. s 147-148). Detta kan härledas från köp som individer gör (av t ex cykelhjälm eller bil med ABS-bromsar) eller från beslut tagna av t ex riksdagen om att satsa X antal kronor på att förhindra Y många dödsfall. Problem med de här metoderna är att individer ofta har svårt att bedöma risker eftersom riskerna ofta är så små att individerna inte riktigt förstår dem. Ett riksdagsbeslut har ofta flera syften och det är troligen ytterst svårt att beräkna exakt hur stor del som är just för att förhindra dödsfall.

Alternativkostnaden för att anställa arbetskraft är vid full sysselsättning bruttolönen plus sociala avgifter (Mattsson. 1988. s 117-119, 127-131). Vid arbetslöshet är alternativkostnaden nettolönen (lön exklusive skatter och avgifter, alltså lönen arbetaren får ut) eller värdet på den oönskade fritid som arbetaren går miste om vid anställning. Om den arbetslöse haft arbetslöshetsersättning eller liknande så blir värderingen lägre. Dessutom måste samhällets och individens kostnader för arbetslöshet i form av att betala ut arbetslöshetsersättning som annars kunde användas till annat, oro, känslor av att inte vara behövd osv tas med i beräkningen. Förutom värderingar av dessa effekter krävs kunskaper om arbetsmarkanden, genomsnittslöner etc för att kunna utreda och värdera effekterna av ett djupförvar på sysselsättningen. Värderingsmetoden beror på vilken deffekt som undersöks men kan bestå av intervjuer, enkäter, statistik, budgetrapporter osv.

För att kunna värdera inkomsteffekterna för arbetstagare krävs kunskap om löneläget inom respektive bransch, arbetsmarknadssituationen, hur många personer inom respektive yrke som etableringen kan tänkas sysselsätta och hur många av dem som är arbetslösa. Här bortses från skatteeffekter samt känslan av tillfredsställelse som ett arbete kan ge eftersom den bara påverkar individens välfärd men inte inkomsten. Från data över rörlighet inom olika yrken, från liknande etableringar, arbetsmarknadsstatistik, lönestatistik etc kan dessa faktorer beräknas. Hushållens inkomster uppskattas lämpligen efter skatt eftersom vi då får en uppskattning för utvecklingen av inkomsterna som hushållen kan använda till konsumtion. En uppskattning över hur mycket av en inkomstökning som går till konsumtion respektive sparande krävs för att kunna bedöma effekten av hushållens förändrade inkomst. Dessutom behövs uppskattningar av till vilken konsumtion detta används, var dessa varor produceras samt hur den ökade efterfrågan i sin tur påverkar sysselsättning, inkomster etc. Därefter är det möjligt att skapa en funktion för hur en ökning respektive sänkning av hushållens inkomster kan påverka samhället.

Inkomstförändringarna för företag beror på hur efterfrågan på deras produkter och inputvaror påverkas av djupförvarets direkta och indirekta effekter. För att beräkna detta skapas först ett

”medelbolag” där input och output är känd för var och en av de mest påverkade branscherna. Från detta och kunskaper om djupförvarets efterfrågan, uppskattad ökad/minskad efterfrågan från konsumenter etc kan en funktion för hur olika faktorer påverkar företagens inkomster sättas upp. Denna används sedan för att beräkna djupförvarets påverkan på företagens inkomster. Företagens inkomstförändringar kan leda till investeringar i nya maskiner, nyanställningar/avskedanden, ökad produktutveckling etc och de olika följd effekterna påverkar i sin tur samhället på olika sätt vilket komplicerar beräkningarna. Enkäter, intervjuer och data från liknande företag och förhållanden kan eventuellt användas för att uppskatta samhällseffekterna. För att uppskatta skatteintäkterna till kommunen och staten krävs först ett antagande om skattereglerna, t ex att de förblir oförändrade över etableringens livstid. Genom kunskapen om förändrad inkomst för hushåll och företagare kan sedan förändringen i skatteintäkter uppskattas. Ökade skatteintäkter till stat och kommun kan leda till budgetsatsningar eller sänkta skatter. Olika budgetsatsningar får olika effekt på samhället t ex minskad arbetslöshet eller ökad efterfrågan på vissa varor. Skattesänkningar ökar hushållens eller företagets inkomster och påverkar därför dessa funktioner. Om produktionen ökar kan en inkomstökning i förlängningen även ge upphov till ökade miljökostnader i form av ökade transportutsläpp etc.

Förändringar i infrastruktur kan påverka privatbilisternas och företagets välfärd positivt eller negativt samt ge miljöeffekter. De kostar också i form av anläggningskostnader etc. Denna alternativkostnad uppskattas genom att hitta den näst bästa alternativa användningen av resurserna och värdera denna med hjälp av lämplig metod/-er från kapitlet. Förbättringar i infrastruktur kan indirekt påverka sysselsättning och inkomster vilket värderas som i respektive stycke.

För att mäta den påverkan som turismen har på sysselsättning, inkomster och miljö behövs först beräkning på hur mycket en ”genomsnittsturist” spenderar, dess miljökostnader/-vinster, påverkan på underlag till butiker etc. Data till det kan fås från empiriska data och intervjuer/enkäter till turister och företagare inom turistbranschen m fl. Via detta samt värderingar av effekterna kan funktioner för hur turismen påverkas av och påverkar faktorer i området sammanställas. Sedan undersöks vilka av dessa faktorer ett djupförvar kan påverka och hur kraftig denna påverkan kan vara. Från detta kan sedan en uppskattning av djupförvarets effekter på besöksnäringen samt denna påverkans vidare effekter fås vilka värderas med de tidigare diskuterade metoderna.

När det inte är säkert att viss händelse kommer att inträffa så används det förväntade värdet. Det beräknas genom att sannolikheten för varje händelse (inklusive att ingenting händer) multipliceras med kostnaden/intäkten av händelsen. Dessa summeras sedan till den förväntade kostnaden för effekten.

Underlag för de olika metoderna kan fås från statistik, budgetrapporter, intervjuer, enkäter mm. Det är viktigt att komma ihåg att vi med dessa metoder beräknar varornas värde idag, men det är inte säkert att framtida samhällen har samma preferenser och därmed värderingar som dagens. Men dagens värderingar är den bästa uppskattningen av framtida värderingar som finns att tillgå och därför används dem.

3.4 Val av diskonteringsränta

Eftersom djupförvaret är ett långsiktigt samhällsprojekt ska samhällets diskonteringsränta användas. Detta arbete antar att nyttan beror av konsumtion av vanliga varor och miljövaror och därför ska samhällets konsumtionsdiskonteringsränta användas. Denna definieras enligt Perman som:

$$r = \rho + \eta \frac{\dot{C}}{C} \quad (5)$$

där r är samhällets konsumtionsdiskonteringsränta (Perman m fl. 2003. s 68-70, 362). ρ är samhällets nyttodiskonteringsränta och η är elasticiteten för marginalnyttan av konsumtion,

alltså hur mycket nyttan ökar av en marginell ökning i konsumtionen. $\frac{\dot{C}}{C}$ är den proportionella

förändringen i konsumtion⁷ (\dot{C} är derivatan av C med avseende på tiden). När vi använder samhällets konsumtionsdiskonteringsränta så innebär det att vi diskonterar framtida konsumtion vilket inte nödvändigtvis innebär att vi diskonterar framtida nytta. Men eftersom vi här antar att individers nytta beror på konsumtionen av miljö- och vanliga varor så torde ändå denna ränta vara relativt rättvisande.

Samhällets konsumtions- (och nytto-) diskonteringsränta kan skilja sig från företagens och konsumenternas diskonteringsränta. Samhällets diskonteringsränta kan inte observeras direkt utan den måste tas fram indirekt (Perman m fl. 2003. s 369-372; Mattsson. 1988. s162-167). För ett företag gäller att dess diskonteringsränta ska vara alternativkostnaden för kapital, alltså vad det satsade kapitalet skulle generera om det istället satsades på en annan investering. Men denna består av både företagets avkastningskrav och skatten på detta och dessutom inkluderas avkastning från högvärdigaste branscher i denna ränta. Därför är den inte lämplig att använda som social diskonteringsränta. Konsumenter ska likaså välja alternativkostnaden för sina pengar. Konsumtionsräntan bör vara räntan på en riskfri investering och brukar anses vara räntan på statsobligationer. Offentliga projekt tränger troligen ut både privata (företags) investeringar och privat konsumtion så konsumtionsräntan är inte heller en lämplig social diskonteringsränta. I en perfekt värld skulle företagets avkastning på kapital, konsumtionsräntan och den sociala diskonteringsräntan vara samma ränta. Men dagens värld är inte perfekt så räntorna skiljer sig åt. Ekonomerna är inte överens om vilken diskonteringsränta som ska användas eller hur den ska räknas ut. Vanligen föreslås att antingen någon av de ovan nämnda räntorna eller ett vägt snitt mellan dessa ska användas som social diskonteringsränta. I princip det enda ekonomer är mer eller mindre överens om, med undantag för att det inte finns någon "sann" social diskonteringsränta, är att räntan (och intäkter/kostnader) bör vara real, alltså justerad för inflation (Mattsson. 1988. s 371).

Eftersom valet av diskonteringsräntan är så kontroversiellt kan en lösning vara att genomföra beräkningarna för ett par olika värden på räntan. Om projektet med den valda huvudräntan visar ett positivt resultat, alltså är samhällsekonomiskt lönsamt, kan det vara lämpligt att söka efter räntan där den samhälleliga vinsten blir noll. En av beräkningarna kan göras med 0 % diskonteringsränta för att visa hur värdet av djupförvarsprojektet skulle vara utan diskontering och med antagandet att alla kostnader och intäkter, oavsett tidpunkt, är lika mycket värda. På så sätt skulle även den stora diskussionen mellan att diskontera eller inte diskontera lösas eftersom läsaren då får en uppfattning om resultaten vid båda alternativen och själv kan

⁷ Eftersom nyttan beror på konsumtion av dels vanliga varor och dels miljövaror så ingår även konsumtionen av miljövaror i C i det här kapitlet.

bestämma vilket han/hon finner mest lämpligt och förenligt med praktik, moral mm. Att på så sätt variera diskonteringsräntan och eventuellt även variera andra centrala antaganden och prognoser kallas för känslighetsanalys och används för att undersöka hur känsliga resultaten är för förändringar i antaganden och prognoser.

4 Scenarier

För att kunna undersöka nyttan i de två scenarierna med respektive utan djupförvar i Östhammars kommun (alltså fall M respektive O i ekvation (3)) måste först situationen i Östhammar idag samt de två scenarierna beskrivas.

4.1 Östhammar idag

Östhammar är till ytan en av Sveriges största kommuner, 2 790 km² (Sandberg m fl. 2005. s 11, 13, 15, 23, 26-27, 35). Idag bor cirka 21 700 personer i Östhammar och folkmängden har varit relativt stabil under de senaste åren. Sysselsättningen har sedan 1993 legat relativt stabil på 8 600 arbetstillfällen. Nära hälften av dessa arbetstillfällen står Östhammars kommun, Sandvik Coromant AB och Forsmarks kraftgrupp AB (inklusive Synerco) för. Den senaste tioårsperioden har Sandvik Coromant och Forsmarks kraftgrupp haft en stabil sysselsättning på 1 600 respektive 900 personer medan kommunen ökat sina anställda. De senaste åren har dock kommunens ökning avstannat och kommunen sysselsätter idag 1 800 personer. 40 % av sysselsättningen i kommunen, cirka 3 380 personer, svarar olika stora småföretag för och nästan hälften av dessa, 1 500 personer, är verksamma inom enmansföretag. Sandvik Coromant och Forsmarks kraftgrupp står för cirka 40 % av arbetstillfällena i Östhammars kommun men deras betydelse för kommunens sysselsättning är större eftersom de köper lokala varor och tjänster samt genererar besökare till turistsektorn. Dessutom sysselsätter landstinget cirka 200 personer och övriga arbetsplatser cirka 700 personer. Den totala sysselsättningseffekten av Forsmarksverken beräknas av Sandberg m fl till 1 200-1 300 personer. Början av 2000-talet har varit svår för Östhammars byggindustri samt småföretag inom företagstjänster och transporter. Kommunen hade en nettoutpendling på 1 434 personer år 2001.

Arbetslösheten i kommunen var år 2002 låg, totalt 4,6 %, och förvärvsfrekvensen var hög, särskilt ungdomar 20-29 år hade högre förvärvsfrekvens än riket som helhet (Sandberg m fl. 2005. s 11, 17-18, 20-21). Den formella utbildningsnivån var lägre än i riket som helhet, liksom den sammanlagda förvärvsinkomsten per invånare. År 2003 hade cirka 50 % av befolkningen i Östhammars kommun mellan 16-74 år gymnasieutbildning. Cirka 33 % hade förgymnasial och cirka 17 % hade eftergymnasial utbildning.

Idag åker cirka 2 000 fordon per dygn på väg 76 (Gävle - Forsmark - Östhammar) och cirka 10 % av dessa är tung trafik (Arbetsmaterial från SKB). SKB bedömer med hjälp av Vägverkets generella bedömningar att trafiken kommer att öka med cirka 20 % fram till 2015 om inget djupförvar byggs, alltså till cirka 2 400 fordon per dygn, varav 240 är tung trafik.

4.2 Scenario 1: Östhammar utan djupförvar

Detta arbete antar att Östhammars kommun i grunden kommer att se likadan ut i framtiden som idag. I scenario 1 fortsätter Östhammars kommun som idag, sysselsättning och befolkningen antas ligga kvar på dagens nivåer. I detta antagande ingår att Sandvik Coromant

och Forsmark kommer att fortsätta drivas som idag vilket kan motsägas med bland annat kärnkraftsavvecklingen, konkurrens med lågkostnadsländer, möjliga produktivitetsökningar etc. Att förutsäga framtiden är mycket svårt och antagandet om status quo görs eftersom det tillåter oss att undersöka enbart effekterna av ett djupförvar, utan att förirra oss i alla andra effekter som kan påverka utvecklingen. På detta sätt renodlas effekterna av djupförvaret. I verkligheten kommer en mängd faktorer att påverka utvecklingen i Östhammars kommun. Likaså kommer utvecklingen på andra områden att påverka effekterna av ett eventuellt djupförvar och deras styrka.

4.3 Scenario 2: Djupförvar byggs i Forsmark.

I förvarsscenariot visas påverkan av ett djupförvar i Forsmark. Förutom effekterna av djupförvaret antas kommunen se ut och utvecklas såsom i scenario 1. Ovanjordsdelen antas ligga vid infarten till Forsmarks kärnkraftverk. Där ligger för närvarande bostadsbarackerna som då måste flyttas (SKBb. 2004. s 71).

Vid båda alternativen antas att människors attityder till djupförvaret är konstanta vilket är en konsekvens av antagandet om oförändrade preferenser i kapitel 3. Dock är antagandet att attityderna förblir oförändrade ett känsligt antagande. En olycka, i Sverige eller utomlands, med kärnkraft eller ett förvar, kan ge starka svängningar i attityden till djupförvaret.

5 Databeskrivning för ett djupförvar i Forsmark

Några tidigare utredningar av totala samhällsekonomiska effekter av ett eventuellt djupförvar har inte gjorts. Därför måste detta arbete bygga på data från arbeten som utrett delar av djupförvarets påverkan. Ett problem är att de flesta undersökningar som behandlar djupförvarets effekter på något sätt finansierats eller beställts av SKB. Mest undersökta är effekterna på sysselsättning och turism.

Alla beräkningar och prognoser framåt i tiden är gjorda under vissa speciella antaganden. För att se vilka antaganden som gäller för en speciell beräkning hänvisas till respektive källa.

Hela detta kapitel följer metoden som beskrivs i kapitel 3 och startar med identifiering av effekter vilket följs av kvantifiering och sedan värdering. Den slutliga värderingen kommer bara att bestå av ett fåtal siffror på grund av att data för både kvantifiering och värdering av flertalet effekter saknas.

5.1 Identifiering av möjliga effekter av ett djupförvar i Forsmark

Ett djupförvar kan orsaka en mängd olika effekter på omgivningen. Dessa effekter kan delas upp på olika sätt. De kan vara direkta effekter av djupförvarsetableringen eller indirekta. Effekten beror även på vilka delar av samhället som påverkas: sysselsättning, inkomst och miljö. Vilka dessa effekter kan vara undersöks i detta kapitel. Hur djupförvaret påverkar samhället beror även på om effekterna sker på kort eller lång sikt. De flesta effekter ingår i flera av dessa grupper, alltså direkt/indirekt och på kort/lång sikt, och en och samma effekt kan påverka flera delar av samhället. I tabell 1 finns en översikt över de möjliga effekterna av ett djupförvar i Forsmark.

Effekterna på sysselsättning kan vara både direkta och indirekta samt på kort eller lång sikt. Personal måste anställas till byggnation och drift av förvaret. Flertalet av de möjliga effekterna från ett förvar kan indirekt komma att påverka sysselsättningen i området i positiv eller negativ riktning, bl a möjligheter till nyetablering och företagande (företag flyttar in/ut, fiskeribranschen, jordbruket etc), inköp till förvaret (drift, byggnationer och andra investeringar) av varor och tjänster, områdets rykte samt flera av miljöeffekterna. Ökade eller minskade besök och turism till området skulle också påverka sysselsättningen (liksom inkomster och miljö).

Inkomsterna i samhället påverkas bl a av sysselsättningseffekter, nyetableringar och möjligheter för företagare, inköp av varor och tjänster till förvaret, spinoffeffekter med t ex utbildning, tillverkning eller forskning samt vissa miljöeffekter. Efterfrågan på och produktionen av varor och tjänster i området kan öka pga direkta inköp till förvaret och indirekta positiva effekter men också minska pga rädsla för produkterna, produktionsbortfall pga miljöeffekter etc. En ändring i efterfrågan påverkar skatte- och löneintäkter, möjligheter till företagande osv. Ökade inkomster kan leda till en självförstärkande spiral eftersom delar av inkomstökningen kommer att leda till ökad konsumtion vilket i sin tur kan leda till att sysselsättning och inkomster ökar än mer osv. Ökade inkomster leder även till ökade skatteintäkter. För kommunen kan detta innebära minskat statligt skattebidrag och därmed oförändrad inkomst, men samhället i stort tjänar på det. En ökad efterfrågan på företagsservice tack vare djupförvaret kan leda till att företagsservicen i området förbättras. Förbättrad företagsservice och därmed ett förbättrat företagsklimat, investeringar i infrastruktur och kommunikationer, ökad efterfrågan på varor och tjänster etc kan underlätta nyetableringar och förbättra möjligheterna för etablerade företag. Djupförvaret kan locka besökare vilket ger en direkt effekt på områdets besöksindustri i form av fler restaurangbesök, hotellövernattningar, ökat underlag till handel och service och därmed bättre service till fastboende, sysselsättning, miljö osv. Djupförvaret kan också indirekt påverka besöksindustrin i positiv eller negativ riktning. Investeringar i infrastruktur pga ett ökat transportbehov och behov av ökad vägkapacitet kan ge indirekta effekter i form av snabbare transporter, minskade kostnader och ökad tillgänglighet för företag.

Den kanske första miljörisken man tänker på vid ett djupförvar är en risk för radioaktiva utsläpp under lagring av avfallet i ovanjordsdelen, transport och nedfart till förvaret samt under lagringen i förvaret. En stor olycka där radioaktivitet läcker ut skulle kunna få allvarliga konsekvenser för omgivningen. De som vistas i närheten av läckaget skulle kunna skadas, liksom djur och natur i närområdet. Dessutom skulle det kunna påverka möjligheterna att bedriva andra verksamheter i närheten, t ex Forsmarks kärnkraftverk, vilket i sin tur skulle påverka sysselsättning, företagande, inkomster osv negativt. Om drivandet av Forsmarksverket försvåras kan det påverka Sveriges elförsörjning, förutsatt att Forsmark fortfarande är viktigt för Sveriges elförsörjning. Detta kan ge effekter på elpriset och på så sätt påverka elkonsumenter och Sveriges industri och därmed konsumtion, sysselsättning osv i hela samhället. Även ett mindre läckage riskerar ge området dåligt rykte, göra människor oroliga och rädda för att bo där, göra att företag inte vill etablera sig osv. Ett stort läckage skulle kunna tvinga människor att flytta. Det är svårare att förutsäga effekterna av ett läckage från förvaret eftersom tidshorisonten är så lång, från ett par 100 till 100 000 år in i framtiden, och det är väldigt svårt att förutse hur samhället kommer att se ut då. Dessutom tillkommer komplikationerna med istider. Effekterna av ett läckage och hur svåra de blir beror bland annat på var läckaget uppstår, hur många som lever i det påverkade området och om det består av skyddsvärd natur. Ett läckage, både i nära framtid ovan jord och i en mer fjärran framtid, riskerar alltså att påverka alla tre effektkategorierna: sysselsättning, miljö och inkomster.

Förvaret kommer även att ge upphov till en mängd andra miljöeffekter. Utsläpp av olika ämnen till luften från t ex avgaser, buller- och ljusföroreningar från ökad trafik samt byggnation och drift av förvaret, indirekta effekter mm orsakar skador på miljön och stör närboende och turister. En ökad trafikmängd kan även påverka privat- och yrkestrafikanter (företags) välfärd genom att orsaka tidsförluster, påverka olycksrisken etc. Beroende på teknik kan även spränggaser av kväve släppas ut. Utsläpp av varmt vatten till havet kan påverka havsmiljön lokalt, vilket påverkar både fritids- och yrkesfiskare. Förvaret kan även sänka grundvattennivån vilket dels kan leda till att brunnar sinar eller saltvatten tränger in i dem, dels till att vegetation i området förändras (SKB. 2000. s 157-159). Förvaret tar upp mark som skulle kunna användas till annat t ex industri eller att ”vara natur”. Delar av de bergmassor som tas upp från förvaret kommer att lagras på området för att sedan användas till återfyllnad (SKB. 2000. s 156). Dessa kan läcka olika ämnen via lakvattnet vilket kan ge effekter på miljö, hälsa och produktion (inom t ex jord- och skogsbruk). Människor kan uppfatta att förvaret är farligt eller gör produkter från området farliga. Detta påverkar människors välfärd genom att de känner sig otrygga och kan även påverka företags möjligheter att sälja sina produkter. En etablering och start av ett förvar kan även innebära att människor känner sig lättade över att problemet med det radioaktiva avfallet, som de ser det, är löst vilket ökar deras välfärd. Även människor längre bort från området kan komma att påverkas av att t ex känna sig lättade över att problemet är löst eller oro för olyckor. Känslorna kan alltså påverka sysselsättning, individuell välfärd och inkomster. Ökad efterfrågan och produktion kan leda till miljökostnader genom t ex ett ökat resursuttag. Vilka dessa effekter är och hur stora de är beror på vilka varor och tjänster som efterfrågas och hur de produceras, transporteras osv.

Tabell 1: Möjliga effekter av ett djupförvar uppdelat efter vilken sektor som påverkas i huvudsak samt om effekten är direkt eller indirekt. Flera av effekterna kan även påverka andra sektorer samt i sin tur orsaka fler indirekta effekter.

	Sysselsättning	Miljö	Inkomster
Direkta effekter	*Anställningar vid förvaret.	*Risk för radioaktiva utsläpp. *Utsläpp till luft. *Buller och ljus. *Läckande bergmassor. *Mark tas i anspråk. *Varmvattenutsläpp. *Sänkt grundvattennivå. *Känslor kring förvaret	*Besökare till förvaret.
Indirekta effekter	*Anställningar pga efterfrågeökningar etc från förvaret.	*Påverkan på efterfrågan pga rädsla etc.	*Ökade/minskade inkomster. *Ökad företagsservice. *Eventuell ny infrastruktur. *Nyetableringar/företagsflytt. *Påverkan på turist- och besöksnäringen. *Eventuella spinnoff-effekter. *Inköp av varor, tjänster samt investeringar. *Ökad/minskad privat och offentlig konsumtion

5.2 Kvantifiering av effekterna.

I detta kapitel kvantifieras effekterna av ett djupförvar i Forsmark. Eftersom det inte finns tillgängliga data för att kvantifiera alla effekter så kommer detta arbete från och med nu bara att ta upp de effekter och deffekter som går att kvantifiera. Bristen på data beror bland annat på att förvaret inte är projekterat ännu.

5.2.1 Sysselsättningseffekter

Totalt beräknas djupförvarsetableringen sysselsätta 255-360 personer. Se bilaga 1 för beräkning. I genomsnitt kommer cirka 200 personer att vara direkt sysselsatta vid förvaret och de indirekta sysselsättningseffekterna beräknas uppgå till cirka 140 personer (SKB. 2000. s 127-130, 180, 183). Detta ger en total sysselsättningseffekt på cirka 340 personer. De direkta arbetstillfällena fördelas inte jämt över tiden. Under de första 7 åren beräknas som mest 400-600 personer vara sysselsatta med att bygga förvarets anläggningar och den

omgivande infrastrukturen. Den inledande driften beräknas sysselsätta cirka 150 personer. Den reguljära driften pågår 20-30 år och beräknas sysselsätta cirka 220 personer, cirka 210 om vissa försörjningsfunktioner kan samköras med Forsmarks kärnkraftverk/SFR. Dessutom beräknas 15-20 personer anställas i offentlig sektor som en indirekt effekt av djupförvarsetableringen. Dessa beräkningar inbegriper inte eventuella spinoffeffekter. Vid en undersökning av socioekonomiska konsekvenser av ett djupförvar i Tierp presenteras ett "lågalternativ" med 25 % lägre sysselsättningseffekt (Inregia. 1999. s 50-51). Detta lågalternativ applicerat på siffrorna från djupförvaret i Forsmark ger det lägre värdet på totala sysselsättningseffekten av djupförvaret.

Av de 340 sysselsättningstillfällena beräknas cirka 300 vara inom Östhammars kommun (SKB. 2000. s 183). Som mest beräknas djupförvarets sysselsättningseffekt i Östhammars kommun vara 320 arbetstillfällen/personer och som lägst 203 arbetstillfällen. Se bilaga 1 för beräkningar. Variationen beror på hur stor andel av de varor och tjänster som används vid djupförvaret som kommer från andra kommuner och hur anläggningens produktivitet antas utvecklas, huruvida arbetstillfällena inom offentlig sektor är inom Östhammars kommun samt om Inregias lågalternativ används.

Av de 340 arbetstillfällena kommer de flesta under byggtiden att vara berg- och byggnadsarbetare, inklusive förmän och byggadministratörer (SKB. 2000. s 127-130, 180, 183-4). Även maskinförare och förare av tunga fordon, tekniker, ekonomer och administratörer kommer att behövas. En stor del av anläggningsarbetet av förvaret är vanligt anläggnings-, industribyggnads-, och bergarbete samt transporter. Själva driften liknar en modern gruvanläggning med inslag av högteknologisk och kontrollverksamhet. Ungefär 40 % av arbetsuppgifterna vid förvaret kommer att kräva grundskola eller gymnasieutbildning, dessa får utbildning för sina arbetsuppgifter efter anställning. Ca 45 % av arbetsuppgifterna kommer att kräva yrkesutbildning och 15 % kräva högskoleutbildning. Dessa beräkningar är gjorda med dagens teknik och arbetsformer. Hur stor del av arbetskraften som kan rekryteras lokalt beror på tillgången på arbetskraft inom lämpliga yrkeskategorier. I kommunen finns kunskap och tradition av bergbyggnad och hantering av radioaktivt material. Detta tillsammans med kommunens geografiska läge och goda kommunikationer med Uppsala- och Stockholmsregionerna gör att de lokala (och regionala) rekryteringsmöjligheterna anses som goda. Anläggnings- och byggentreprenörer, installationsföretag och transportsektorn kommer antagligen att få ett uppsving av en djupförvarsetablering. Tillverkande företag påverkas troligen inte mycket. Effekterna av djupförvaret på olika former av uppdragsverksamhet blir betydande men kommer att bli större utanför kommunen. Lokalt antas sysselsättnings-effekterna fördela sig över olika branscher enligt följande: industri-, berg- och byggsektor 62 %, privata tjänster 16 %, tillverkning 9 %, samfärdsel 8 %, offentliga tjänster 3 % och handel 2 %. I dessa uppskattningar ingår inte spinoffeffekter.

Av de 300 lokala arbetstillfällena beräknas alltså 62 % vara inom industri-, bygg- och bergsektorn. Detta innebär nyanställningar på cirka 167-186 personer. Se bilaga 1 för beräkningar för hela detta stycke. Huvuddelen av denna sysselsättningseffekt infaller under byggskedet, alltså de 7 inledande åren. 2002 stod byggindustrin för cirka 6 % av arbetstillfällena inom Östhammar kommun (Sandberg. 2005. s 16). Alltså är cirka 516 personer anställda inom byggbranschen i Östhammars kommun. 56-62 fler anställs inom byggbranschen om en tredjedel av de lokala sysselsättningseffekterna på industri- bygg- och bergsektorn antas tillfalla byggbranschen. Detta innebär en ökning i antalet anställda på 11-12 % inom branschen.

Eftersom arbetslösheten i Östhammars kommun är låg så bör större delen av alternativkostnaden för arbetskraften värderas till arbetarnas bruttolön inklusive sociala avgifter. Detta är dock under förutsättning att de som anställs vid djupförvaret inte ersätts med arbetslösa på sin gamla arbetsplats.

5.2.2 Risk för radioaktiva utsläpp

Konsekvenserna av och risken för eventuella radioaktiva utsläpp har ännu inte kvantifierats. Risken för radioaktiva utsläpp till luft eller vatten vid transport och deponering bedöms som extremt låg (SKB. 2000. s 143).

5.2.3 Trafik, buller och utsläpp till luft

Eftersom 220-210 personer beräknas arbeta vid förvaret under drift och kanske det dubbla under byggnationen så kommer arbetsresandet till Forsmark att öka i motsvarande grad (SKB. 2005. s 83-84; Arbetsmaterial från SKB). Dessutom ökar trafiken pga besökare, godstransporter och diverse service. En uppskattning av trafikökningen längs väg 76, jämfört med prognosåret 2015 utan djupförvar, finns i tabell 2.

Tabell 2: Trafikökning på väg 76 med respektive utan djupförvar. Prognosår är 2015 utan djupförvar. Egen bearbetning av arbetsmaterial från SKB och SKB 2005 s 84.

		Utan djupförvar		Med djupförvar		
		Idag	2015 utan djupförvar	Bygg 1, 0-3,5år	Bygg 2, 3,5-7 år	Drift, 8 år och framåt
Bilar/dag	Ökning med djupförvar			360	1 100	280
	Totalt	2 000	2 400	2 760	3 500	2 680
Varav tung trafik	Ökning med djupförvar			120	240	35
	Totalt	200	240	360	480	275

Bullret från den beräknade totala trafikökningen under byggetapp 1 beräknas bidra med mindre än 1 dBA-enhet till den dygnsekvivalenta ljudnivån⁸, vilket inte är en hörbar förändring (Arbetsmaterial från SKB). Vid det andra byggskedet kommer trafikökningen att vara mer intensiv och dygnsekvivalentnivån ökar med cirka 2 dBA-enheter, en knappt hörbar förändring. Dessa förändringar är jämfört med det beräknade trafikbullret för prognosåret 2015 utan djupförvar och bygger på att all trafik kör söderut. Hur många hushåll som kommer att flytta mellan olika bullerintervall visas i tabell 3. Om trafiken kör västerut kommer inga boende att få en högre ljudnivå vare sig under första eller andra byggetappen. Den maximala ljudnivån ökar inte men den uppnås oftare under byggskedena. Om bergmassorna under driftskedet avyttras liknar transport- och bullerförhållandena under driftskedet de under byggskede 1. Men eftersom planerna är att lagra bergmassorna så beräknas bullerpåverkan från trafiken till och från djupförvaret under driftperioden att vara mycket liten.

⁸ Dygnsekvivalent ljudnivå är medelvärdet för hela dygnet, medan maximal ljudnivå för trafik uppstår när ett fordon passerar (Arbetsmaterial från SKB).

Tabell 3: Förändring av hushåll inom olika bullernivåer för södergående trafik samt värdering av ändringen. Egen bearbetning av arbetsmaterial från SKB och Bjørner 2004.

Ekvivalent ljudnivå i dBA	Påverkade hushåll		Värdering i EUR/dB minskning på denna nivå
	Bygg1	Bygg2	
<45	-4	-21	1
45-50	-4	7	1
50-55	8	9	1-2
55-60	-5	-4	2-4
60-65	5	9	4-6

Totalt påverkas 13 hushåll av trafikbullerökningen under byggskede 1 och 25 hushåll under byggskede 2.

Förutom trafikbuller tillkommer också buller från den mobila bergkrossen som beräknas behöva köras totalt 20-60 dagar under byggperiod 1 om den körs i 8-timmarspass (dagtid) under 1-2 veckor/år (Arbetsmaterial från SKB). Krossen bullrar vid drift med nivåer på 95-106 dBA ekvivalent ljudvolym 1 m från maskinen. Sedan minskar bullret med 3 dBA för varje fördubbling av avståndet i öppen terräng. Bullret kan begränsas genom olika åtgärder. Under drifttiden sker bergkrossningen inomhus så påverkan av buller från denna bedöms bli liten. Under förutsättning att bullerdämpande åtgärder vidtas beräknas bullernivån bli 35dBA 150 m från byggnaden. Idag är bakgrundsbullret i de aktuella områdena i Forsmark cirka 35 dBA. Bullret från fasta källor under driftskedet beräknas inte vara större än, utan tvärtom understiga, bullret från befintliga fasta källor vid Forsmarks kraftverk idag. I beräkningarna för driftskedet ingår bara krossning och hjullastare. Inga andra bidrag till ökat buller från t ex hantering av bentonitlera, ventilation och hantering av kopparkapslarna med använt kärnbränsle ingår. Naturvårdsverket har satt 55 dBA ekvivalent nivå som ett riktvärde för god boendemiljö utomhus.

Lagring av bergmassor orsakar läckage av lakvatten innehållande kväve samt att mark tas i anspråk till lagret. Borttransport av bergmassor från djupförvaret orsakar utsläpp till luften. Totalt beräknas cirka 4,7 miljoner ton (cirka 2,9 miljoner m³) bergmassor att tas upp ur djupförvaret, varav cirka 1,9 miljoner ton under byggskedet och 2,8 miljoner ton under driftskedet (Arbetsmaterial från SKB). Bergmassorna från driftskedet kommer att användas till återfyllnad av förvaret. Cirka 1,2 miljoner ton av dessa kommer att användas för kontinuerlig återfyllnad av drifttunnlarna. Övriga 1,6 miljoner ton måste mellanlagras innan det används till den slutliga igenfyllnaden av hela förvaret. Detta lager beräknas uppta en yta av 65 000 m² (6,5 hektar) om bergmassorna lagras så att lagrets höjd är 15 m. Det går att ha lagret lägre, men då kommer större yta att krävas. Under byggskede 1 kommer cirka 650 000 ton bergmassor frigöras och under byggskede 2 cirka 1 250 000 ton. Dessa bergmassor kommer inte att behövas till återfyllnad utan säljs och måste därför transporteras bort.

Bergmassorna under byggtiden transporteras bort med lastbil vilket orsakar utsläpp (Arbetsmaterial från SKB). Arbetsmaterialet från SKB uppskattar att avsättningen för bergmassor ska finnas inom 7 mils radie från Forsmark och att lastbilarna kör fullastade från förvaret och tomma tillbaka. Proportionen mellan kvantiteten utsläpp av koldioxid och kväveoxider som används i arbetsmaterialet har en faktor 110. Den relationen mellan utsläppen kommer att användas i detta arbete. Här antas vidare att en lastbils utsläpp av koldioxid har samma proportion till använd mängd diesel som en Mercedes-Benz C-klass. Övriga antaganden är att en lastbil drar i snitt 4 l/mil och lastar 35 ton berg. Med dessa antaganden beräknas koldioxidutsläppen bli 802 560 kg per år under byggperiod 1 och 1 520

640 kg per år för byggperiod 2. Kväveoxidutsläppen beräknas till 7 296 respektive 13 824 kg per år. Se bilaga 3 för beräkning.

5.2.4 Känslor kring förvaret

Några undersökningar rörande djupförvarets effekter på efterfrågan på produkter från närliggande företag eller människors känslor inför dessa produkter har inte kunnat hittas. Inte heller mer ingående undersökningar av närboendes känslor eller känslor bland Sveriges befolkning om att lösa kärnavfallsproblemet har stått att finna. Dock utförs varje år Temo-undersökningar om attityder kring förvaret på uppdrag av SKB. Den senaste undersökningen utfördes i april i år (Arbetsmaterial från SKB). 69 % av boende i Östhammar kommun uppgav att de är för eller helt för att ett djupförvar etableras i Östhammars kommun/Forsmark om man finner en lämplig plats. 24 % uppgav att de var emot eller helt emot. Resultaten för boende i enbart Forsmark var 71 % respektive 20 %. Bland det svenska folket svarade 41 % att de var för eller helt för en djupförvarsetablering i den egna kommunen om man fann en lämplig plats där. 46 % var emot eller helt emot. De flesta undersökningar av människors känslor kring djupförvar har fokuserat på hur känslor etc kan tänkas påverka besöksnäringen. Se 5.2.9 besöksnäring för dessa.

5.2.5 Inköp av varor och tjänster samt investeringar

Om kärnkraftsreaktorerna drivs i 40 år så beräknas djupförvaret kosta drygt 14 miljarder kronor (14 370 miljoner) (SKBa. 2004. s 50). Av detta är 260 miljoner beräknade till investeringar och drift av yttre anläggningar. Totalt 5 390 miljoner kronor beräknas användas till driftområdet (ovanjordsanläggning), varav 1 930 miljoner till investeringar, 3 350 miljoner till drift och underhåll och 110 miljoner till rivning av driftområdet. Underjordsdelen beräknas kosta 8 720 miljoner kronor varav 4 950 miljoner till investeringar, 1 250 miljoner till drift och underhåll och 2 520 miljoner till rivning och återfyllnad. Allt är i 2004 års priser. Totala investeringskostnader blir då minst 6 880 miljoner kronor för ovanjords- och underjordsanläggningarna (plus en del av 260 miljonerna för yttre anläggningar). Detta ger direkta betalningar från djupförvaret men säger ingenting om vilka indirekta effekter de kan ge upphov till.

De största kostnaderna, cirka 600 miljoner per år, beräknas uppkomma i perioden 5-15 år (SKB. 2000. 181). Sedan antas driften kosta 200-300 miljoner kronor per år tills verksamheten trappas ned.

En dryg tredjedel av totala betalningarna, alltså ca 6 miljarder kronor, beräknas tillfalla den lokala ekonomin i Östhammars kommun (SKB. 2000. s 182). Regionen kring Östhammar kommer troligen att kunna absorbera mer än 10 % av betalningarna, alltså mer än 1,4 miljarder. Resten av betalningarna tillfaller övriga Sverige och världen. I Östhammars kommun bedöms det finnas god tillgång på underleverantörer till djupförvarsprojektet (SKB. 2000. s 203).

5.2.6 Direkta inkomster av djupförvaret

1997 beräknades ungefär hälften av den totala kostnaden för ett djupförvar (inklusive inkapslingsanläggning) vara lönekostnader (SKB. 2000. 181). Från detta, tillsammans med att den totala kostnaden för förvaret är cirka 14 miljarder, kan en uppskattning av lönekostnadernas storlek beräknas. Totala lönekostnader blir då cirka 7 miljarder kronor över

hela projektiden. Av dessa tillfaller cirka 3 miljarder Östhammars kommun. Under antagandet att skatten är 35 % så skulle djupförvaret totalt ge löntagarna 4,55 miljarder kronor över hela projektiden varav 1,95 miljarder inom Östhammars kommun. Skatteintäkterna skulle totalt bli 2,45 miljarder kronor över hela perioden varav 1,95 inom Östhammars kommun. Detta innefattar inte indirekta effekter av djupförvaret utan är bara de direkta löneintäkterna från djupförvarsprojektet. Likaså bortses här, liksom i stycket nedan, från eventuella dödviktkostnader av beskattning etc. 60 % av driftspersonalen beräknas bo i Östhammars kommun och en lägre andel av t ex processutrustning och insatsvaror beställs från företag i kommunen. De 3 miljarder i löneinkomster som skulle vara löneintäkter i Östhammars kommun enligt dessa beräkningar är därför troligen en låg värdering. En högre andel av löneinkomsterna än dessa siffror tyder på hamnar troligen inom kommunen.

I Tierp generade de cirka 100 personer som arbetade inom besöksnäringen cirka 6 miljoner kronor i skatteintäkter till kommunen och 2,5 miljoner till Uppsala läns landsting 1997 (Björne m fl. 1999. s 12). Detta ger en skatt per person på 60 000 kronor per år till kommunen och 25 000 kronor per år till landstinget. Om 10 personer nyanställs inom besöksnäringen skulle detta ge extra skatteintäkter till kommunen på 600 000 kronor per år och 250 000 kronor per år till landstinget. Se bilaga 1 för beräkning. Dock skiljer sig besöksnäringen i Tierp och Östhammar åt, liksom skatteregler kan göra mellan kommunerna.

5.2.7 Nyetableringar

Vid en undersökning av eventuella effekter av en lokalisering i Tierp menade forskare att ett djupförvar är tillräckligt stort, varaktigt och unikt projekt för att kluster skulle kunna bildas (Bandhold m fl. 2001. s 15). Men samtidigt krävs det mycket för att de nätverk som bildas kring förvaret ska samordnas till kluster. Även om kluster inte skulle bildas så menade flera lokala aktörer i Tierp att nätverken i sig kan få en positiv effekt på företags etableringsvilja. Lokala entreprenörer och företag inom bland annat administration, förvaltning och vaktbolag kan komma att gynnas av en djupförvarsetablering. Utredningens slutsats var att ett djupförvar kan ha positiva effekter på nyetableringar men att effektens storlek är svårbedömd.

5.2.8 Besöksnäring

Idag omsätter besöksnäringen i Östhammars kommun cirka 300 miljoner kronor och ger drygt 250 arbetstillfällen per år (Sandberg m fl. 2005. s 31). Sysselsättningen inom näringen har varit relativt stabil, vädret är det som skapar de största variationerna. Besöksverksamheten vid Forsmarks kärnkraftverk/SFR har under ett normalår ca 20 000 besökare (Björne m fl. 1999. s 21, 24). Besöken är både planerade besök från skolor, pensionärsföreningar och liknande och spontana besök från turister.

En djupförvarsanläggning i Forsmark beräknas kunna ha 5 000-10 000 besökare per år vilket skulle ge ett tillskott till den lokala besöksnäringen på 5-10 miljoner (SKB. 2000. s 187, 204). Detta betyder att besöksnäringens omsättning skulle öka cirka 1,5-3 %.

Ett djupförvar kommer att locka besökare, dels genom själva anläggningen och dels genom synergieffekter med olika forskningsintressen/-områden (Björne m fl. 1999. s 25-6). Ett stabilt arbetsresande av både svenska och utländska gäster kommer att uppstå till en djupförvarsanläggning. Beräkningar för en eventuell djupförvarsanläggning i Tierps kommun uppskattade att antalet nyanställningar inom turistnäringen tack vare förvaret skulle uppgå till tiotalet personer.

Det är svårt att bedöma riktigheten i farhågorna att ett djupförvar skulle inverka negativt på besöksnäringen men det faktum att Forsmarks kärnkraftverk och SFR redan finns och besöksnäringen i Östhammars kommun ändå är stor talar emot en sådan negativ effekt på lång sikt (SKB. 2000. s 186-188). Forsmarks kärnkraftverk ligger väl synligt från Öregrund och Gräsö och tycks inte ha påverkat turismen till dessa områden. Några uppenbara kopplingar mellan minskad turism och närheten till kärnkraftverk är svåra att finna. Det framtida samhällets inställning till kärnavfallsfrågor kommer att vara en mycket viktig faktor för att avgöra om djupförvaret kommer att bli ett besöksmål eller inte. Andra undersökningar har också kommit till slutsatsen att ett djupförvar troligen inte är negativt för besöksnäringen (Bandhold m fl. 2001. s 19; Björne m fl. 1999. s 13-17; Nordblom m fl. 1998. s 38-39).

5.2.9 Markanvändning

Det kommer inte att finnas några restriktioner för vad marken ovan förvaret får användas till när förvaret förslutits med undantag för djupa berganläggningar och djupborrning (SKB 2000. s 128). Efter förslutning kan marken återställas. Ovanjordsanläggningen kommer i "läge infarten" att delvis uppta mark som redan används idag till bostadsbarackerna i ett tämligen flackt område (Arbetsmaterial från SKB). Dessutom kommer det att ligga i ett område med skog och sankare partier. Delvis ligger detta inom ett område av riksintresse för naturvården men området är fragmenterat och skogens naturvärde är lågt, så områdets naturvärde bedöms som litet till måttligt. Ny mark måste användas för att bygga ersättning till bostadsbarackerna. Var dessa tillfälliga bostäder ska ligga är ännu inte bestämt.

5.2.10 Påverkan på havs- och grundvatten

Länsvattnet som pumpas upp från förvaret kommer att innehålla slam, salt, olje- och kväverester (Arbetsmaterial från SKB). Under byggskedet beräknas länsvattnet innehålla cirka 2 ton kväve per år och under drifttiden cirka 1 ton kväve per år. Bergmassorna beräknas släppa ut cirka 0,7-1 ton kväve per år med lakvattnet under drifttiden. Hur mycket lakvatten det blir beror på nederbörds mängden. Länsvattnet kan relativt enkelt renas från olja och slam. Läns- och lakvattnet kommer att renas tillsammans. Det finns flera möjliga tekniker för att rena kvävet förutsatt att koncentrationen är tillräckligt hög i vattnet och volymerna vatten inte är för stora. Den beräknade koncentrationen gör att det kan bli svårt att rena allt men vattnet ska renas innan det släpps ut i naturen om det är praktiskt möjligt. Eftersom kostnaderna för rening ingår i budgeten för djupförvaret och inga miljökostnader tillkommer om vattnet renas behöver dessa utsläpp inte värderas ytterligare.

Någon kvantifiering av mängden varmt vatten som riskerar släppas ut från förvaret finns ännu inte men redan idag släpps varmt vatten ut i havet från Forsmarksverken. Där har man konstaterat förändringar i artsammansättning och tillväxt. Därför påverkar mer eller fortsatta utsläpp kanske inte havet så mycket eftersom de stora förändringarna troligen redan skett.

5.3 Värdering av effekterna

I detta kapitel värderas de kvantifierade effekterna av ett djupförvar för att nyttan, ekvation (3), ska kunna beräknas. Här behandlas bara de effekter som faktiskt kan värderas med tillgängliga data, alltså trafikbuller och utsläpp av koldioxid och kväveoxider. Hur de andra konsekvenserna skulle kunna värderas diskuteras i K 3.3 Värdering.

5.3.1 Buller

För att värdera buller används en studie av Bjørner som undersöker hur invånarna i Köpenhamn värderar en minskning i trafikbuller (Bjørner, 2004). Studien kommer fram till att förväntade betalningsviljan för att minska trafikbullret med 1 dB ökar ju högre startnivå trafikbullret har, se tabell 4.

Tabell 4: Förväntad genomsnittlig betalningsvilja för 1 dB minskning av trafikbuller i euro per hushåll och år fördelat efter startnivå på bullret. Egen bearbetning av Bjørner 2004.

Startnivå i dB	45	50	55	60	65	70	75
Värdering i EUR	1	1	2	4	6	8	10

Dessa värderingar behandlar visserligen en minskning av buller istället för, som här ska värderas, en ökning men här kommer dem ändå att användas. Generellt sett värderas en ökning högre än en minskning så värdet på bullret torde inte bli överskattat pga detta. Det är dock viktigt att observera att denna studie utfördes i en stad där bullret troligen är högre än vid Forsmark. För några boende kommer bullret att överstiga naturvårdsverkets riktvärde för god boendemiljö. Men eftersom denna värdering tar hänsyn till vilken nivå bullret har så ingår eventuell extra störning pga den höga nivån i värderingen. Särskilt i den högre värderingen som använder den nya nivån som ursprungsnivå.

Den totala värderingen av bullerökningen från trafiken under byggskede 1 beräknas till 20-540 EUR/år och för byggskede 2 är trafikbullerökningen värd 120-1 055 EUR/år för helt södergående trafik. Se bilaga 2 för beräkningar. Detta inkluderar dock inte buller från fasta källor, trafik inom byggområdet etc. Eftersom denna värdering är gjord i euro så har växelkursen för euro till kronor 2005-05-29 använts (www.forex.se, 2005-05-29). Kursen är 9.10 kronor för en euro vilket ger en värdering på 182-4 914 kronor/år under byggperiod 1 och 1 092-9 600,50 kronor/år under byggskede 2. Se bilaga 2 för beräkningar.

5.3.2. Utsläpp av koldioxid och kväveoxider från bergmasstransporter

För att värdera utsläppen av koldioxid och kväveoxider används Vägverkets värderingar av samhällsekonomiska kostnader vid väginvesteringar. Där värderas utsläpp av koldioxid till 1,50 kronor/kg och kväveoxider 60 kronor/kg (Naturvårdsverket, 2003, s 27). Detta är värderingarna för utsläpp som sker på landsbygd eftersom större delen av bergmasstransporterna med tanke på Forsmarks läge troligen kommer att ske på landsbygd. Detta ger en samhällsekonomisk kostnad för koldioxidutsläppen byggperiod 1 på cirka 1 203 840 kronor/år och cirka 2 280 960 kronor/år byggperiod 2. Kväveoxidutsläppen värderas till cirka 437 760 kronor/år byggperiod 1 och cirka 829 440 kronor/år. Se bilaga 3 för beräkningar.

6 Resultat och känslighetsanalys

6.1 Resultat

Flertalet av effekterna av ett djupförvar i Forsmark kan inte värderas med tillgängliga data. En del kan inte ens kvantifieras. Först redovisas här resultatet av kvantifieringen och sedan värderingar. Kapitlet avslutas med en sammanställning av resultatet av värderingarna.

I förvarsscenariot (scenario 2 med djupförvar) beräknas biltrafiken öka med 360 fordon/dag längs väg 76 under byggperiod 1, 1 100 fordon/dag under byggperiod 2 och 280 fordon/år under drifttiden jämfört med i scenariot utan förvar. Buller från totala vägtrafiken vid södergående trafik beräknas öka cirka 1 dB ekvivalent nivå under byggskede 1 och 2 dB under byggskede 2. 13 hushåll påverkas av bullerändringen under byggskede 1 och 25 hushåll under byggskede 2. Vid västergående trafik beräknas trafikbullret inte öka. Förutom buller från trafik kommer även buller från fasta källor, bergkrossning och andra aktiviteter vid förvaret att uppstå.

1,9 miljoner ton bergmassor ska transporteras bort från förvaret under byggtiden. Dessa transporter kommer att resultera i utsläpp av 802 560 kg koldioxid per år och 7 296 kg kväveoxid per år under byggperiod 1 samt 1 520 640 kg koldioxid per år och 13 824 kg kväveoxid per år under byggperiod 2. 2,8 miljoner ton bergmassor ska under drifttiden lagras eller användas direkt till återfyllnad. Utsläppen av lakvattnet från detta lager tillsammans med länsvattnet kommer att renas från kväve och andra föroreningar innan det släpps ut. Risken för radioaktiva utsläpp bedöms som extremt låg. Några ingående undersökningar av sambanden mellan djupförvar, efterfrågan etc har inte gjorts men 69 % av de boende i Östhammars kommun är positiva till ett djupförvar i Forsmark och 41 % av Sveriges befolkning är positiva till ett djupförvar i den egna kommunen.

En djupförvarsanläggning beräknas kosta totalt 14 miljarder varav minst 6 880 miljoner är investeringskostnader. Av dessa 14 miljarder beräknas cirka 6 miljarder tillfalla den lokala ekonomin i Östhammar och mer än 1,4 miljarder regionen kring kommunen. Effekterna av ett djupförvar på nyetableringar bedöms vara positiva men hur stora de blir är svårt att säga. Därför går det inte att uttala sig om hur nyetableringar kommer att se ut i förvarsscenariot respektive i scenario 1.

Totalt beräknas direkta löner från förvaret under hela perioden uppgå till 4,55 miljarder kronor efter skatt. Av dessa är 1,95 miljarder till löntagare inom Östhammars kommun. Skatteintäkterna från dessa löner är 2,45 miljarder kronor. Cirka 340 fler personer kommer att ha anställning i förvarsscenariot än i scenario 1 varav cirka 300 kommer att anställas inom Östhammars kommun. Av dessa 300 beräknas i snitt 167-186 anställas lokalt inom bygg-, berg- och industrisektorn, de flesta under byggperioden. Totala sysselsättningen i kommunen kommer i förvarsscenariot att vara 8 900 personer, alltså en ökning med cirka 3,5 % jämfört med scenario 1 (om dessa arbeten är intäkter eller kostnader beror på hur alternativkostnaden för att anställa en arbetare beräknas). I förvarsscenariot beräknas de extra sysselsatta inom besöksnäringen tillföra kommunen skatteintäkter på cirka 600 000 kronor/år och 250 000 kronor/år till landstinget. Med tanke på att turistnäringen inte är en speciellt välbetald bransch så tycks resultatet 60 000 kronor i skatt/år för en anställd rimligt. En djupförvarsanläggning beräknas öka den lokala besöksnäringens omsättning med 5-10 miljoner eller 3-6 %.

Det ökade trafikbullret vid södergående trafik från förvaret i förvarsscenariot värderas till cirka 180-4 700 kronor/år under byggperiod 1 och cirka 1 100-43 100 kronor/år under byggperiod 2. Utsläppen av koldioxid från bergmasstransporterna värderas till cirka

1 203 800 kronor/år under byggperiod 1 och cirka 2 281 000/år under byggperiod 2. Kväveoxidutsläppen värderas till cirka 437 800 respektive 829 400 kronor/år under byggperiod 1 respektive 2.

Nuvärdet, NV, av buller och utsläpp beräknas här med vägverkets diskonteringsränta för vägprojekt på 4 % (Naturvårdsverket. 2003. s 9).

Buller värderas då till:

$$NV = 2\,548 + \frac{2\,548}{(1,04)} + \frac{2\,548}{(1,04)^2} + \frac{\left(\frac{2\,548 + 5\,346,25}{2}\right)}{(1,04)^3} + \frac{5\,346,25}{(1,04)^4} + \frac{5\,346,25}{(1,04)^5} + \frac{5\,346,25}{(1,04)^6} = 24\,052,19$$

Här används medelvärderingen per år på 2 548 kronor för byggperiod 1 och 5 346,25 kronor för byggperiod 2.

Med noll diskonteringsränta blir nuvärdet istället:

$$NV = 2\,548 * 3 + 3\,947,125 + 5\,346,25 * 3 = 27\,628,88$$

Med 4 % diskonteringsränta och samma formel som ovan värderas koldioxidutsläppen till cirka 10 651 000 kronor och kväveoxidutsläppen cirka 3 873 000 kronor totalt (10 650 616,30 respektive 3 872 951,39). Utan diskonteringsränta blir kostnaden för koldioxidutsläppen 12 196 800 kronor och kväveutsläppen 4 435 200 kronor.

De totala miljökostnaderna i förvarsscenariot (kostnader för buller och utsläpp av koldioxid och kväveoxider) är alltså cirka 14 548 000 kronor (14 547 619,88) med 4 % diskonteringsränta och cirka 16 660 000 kronor (16 659 629) med 0 % diskonteringsränta. Inkomsterna i form av direkta löner och skatteinkomster uppgår till 7 miljarder. Totalt visar dessa siffror på ett överskott på cirka 6 983 miljoner kronor (6 983 340 400). Enligt detta är alltså intäkterna av djupförvaret större än kostnaderna vilket tyder på att djupförvaret är samhällsekonomiskt lönsamt. Men i denna värdering saknas flera effekter som kan påverka beräkningarna. Eftersom tidfördelningen av direkta lönerna och skatteinkomsterna är okänd så används här nuvärdesberäkningen för miljökostnaderna med 0 % diskonteringsränta eftersom det innebär att miljökostnadernas fördelning i tiden inte heller har någon betydelse.

6.2 Känslighetsanalys

Variationerna bland effekterna som bara kunnat kvantifieras sammanfattas i tabell 5.

Tabell 5: Variationer bland kvantifierade effekter. Effekter där bara ett värde uppskattats finns inte med i tabellen.

Effekt	Lägre gräns	Övre gräns
Sysselsättning totalt i antal personer	255	360
Sysselsättning Östhammar i antal personer	203	320
Lokala besöksnäringens omsättning ökning	5 miljoner	10 miljoner
Lokala besöksnäringens omsättning ökning i procent	1,5 %	3 %

Det totala nuvärdet för trafikbuller är 4 459 kronor om de lägsta värderingarna för båda perioderna (182 respektive 1 092 kronor/år) används. Med de högsta värderingarna (4 914 respektive 9 600,5 kronor/år) är värdet 50 801 kronor. Denna beräkning är gjord med 0 % diskonteringsränta. Värderingen beror alltså kraftigt på valet att använda värdet på ursprungsbullret eller värdet på den nya bullernivån vid värdering av den totala förändringen.

Inom en radie från 7 mil från Forsmark finns Gävle, Uppsala och Hargshamn. Eftersom det inte är säkert att det kommer att finnas avsättning för bergmassorna inom detta område undersöks här även utsläppen för en radie på 14 mil där även Stockholm, Västerås och Enköping ingår. Då värderas koldioxidutsläppen till totalt 24 393 600 kronor och kväveoxidutsläppen till 8 870 400 kronor med 0 % diskonteringsränta. Se bilaga 3 för beräkningar. Resultaten av känslighetsanalysen sammanfattas i tabell 6.

Tabell 6: Högsta respektive lägsta nuvärde av miljökostnaderna uppdelat per effekt och totalt. Eftersom den lägsta nivå på utsläppen är samma som i grundscenariot så är också minsta miljökostnaden i dessa två fall lika som miljökostnaden i grundscenariot. Förutsättningar: diskonteringsränta 0 %, min och max för utsläppen är 7 respektive 14 mils radie, miljökostnaden beräknas med endast respektive faktor förändrad och allt annat som i grundscenariot, total miljökostnad är beräknad med de högsta respektive lägsta nivåerna på samtliga tre variabler.

	Buller	Utsläpp koldioxid	Utsläpp kväveoxider	Total miljökostnad	Kostnad koldioxid +kväveoxid
Grundscenariot	27 629	12 196 800	4 435 200	16 659 629	16 632 000
Max värde	50 801	21 301 233	7 745 903	29 097 936	29 047 136
Min värde	4 459	12 196 800	4 435 200	16 636 459	16 632 000
Max miljökostnad	16 682 801	25 764 062	19 970 332	-	-
Min miljökostnad	16 636 459	16 659 629	16 659 629	-	-

Totala kostnaderna för utsläpp av koldioxid och kväveoxid med 0 % diskonteringsränta är 16 632 000 kronor i grundberäkningen och 29 047 136 kronor om de istället måste transporteras den dubbla sträckan. Om bergmassorna transporteras dubbelt så långt ökar alltså kostnaderna med 12 415 136 kronor, eller cirka 75 %. Vilka antaganden som görs angående transporten påverkar alltså kraftigt de beräknade kostnaderna för utsläppen. Utsläppen är dessutom en stor andel av miljökostnaderna och därför är antagandena viktiga för resultatet. Även om skillnaden i absolut nuvärde för högsta och lägsta nivån på värderingen av buller är relativt stor (46 341) så blir effekten på den totala miljökostnaden liten eftersom buller har en så liten del i totala miljökostnaden.

Miljökostnaderna kan variera mellan 16 636 459 - 29 097 936 kronor beroende på vilka antaganden som görs. Detta gör att skillnaden mellan intäkter och kostnader varierar mellan 6 983 363 541 - 6 970 902 064 kronor. I grundscenariot var överskottet 6 983 340 400. Skillnaden i miljökostnader på 12 461 477 kronor utgör knappt 2 % av detta överskott. Effekten av de olika antagandena om miljökostnaderna har därför ingen stor effekt på det totala resultatet. Detta beror på att miljökostnaderna är en så liten andel av beräkningen så dess variation spelar en liten roll för det totala resultatet.

7 Slutsats och diskussion

De intäkter från en djupförvarsanläggning som kunnat värderas är direkta löner och skatteintäkter från direkta löner. Dessa intäkter uppgår till 7 miljarder kronor under hela perioden. Miljökostnaderna som kunnat värderas är trafikbuller och utsläpp av koldioxid och kväveoxider från borttransport av bergmassor från förvaret. Dessa uppgår till 16 659 000 kronor (0 % diskonteringsränta) och nettoresultatet blir ett överskott på cirka 6 983 miljoner kronor. Detta tyder på att djupförvarsetableringen är samhällsekonomiskt lönsam. Dock har flertalet effekter inte kunnat värderas och om dessa effekter skulle inkluderas i beräkningarna är det möjligt att resultatet skulle bli annorlunda.

Flera effekter av djupförvaret på sysselsättning i samhället och inkomst saknas i beräkningen och dessa skulle kunna påverka resultatet om de inkluderas. Dessa effekter kan vara både kostnader och intäkter. Löneinkomsterna för de cirka 200 personer som i förvarsscenarioet är direkt anställda vid förvaret är beräknade i direkta löner från förvaret. Men alternativkostnaden för dessa tillsammans med löneinkomster och alternativkostnaden för de indirekt 140 anställda kan påverka resultatet. Inköp till förvaret och eventuella indirekta efterfrågeökningar/-minskningar kan också påverka resultatet, antingen i positiv eller negativ riktning beroende på om efterfrågeökningen på grund av inköp till förvaret och positiva indirekta efterfrågeökningar är större eller mindre än negativa indirekta efterfrågeförändringar.

En faktor som kan påverka resultaten är känslorna kring förvaret. Om förvaret ger kommunen ett bra rykte och uppfattas som säkert och tryggt kan det leda till positiva indirekta effekter. Om det istället verkar osäkert, ger kommunen dåligt rykte och gör människor rädda för att bo, arbeta och köpa varor från området där förvaret ligger kan detta leda till negativa indirekta effekter. De negativa känslorna skulle indirekt kunna leda till minskad efterfrågan på varor, företagsflytt, minskat antal turister osv. På detta sätt skulle känslorna kring förvaret kunna påverka sysselsättningen och inkomsterna i området i positiv eller negativ riktning beroende på vilka känslor som överväger och hur starka de är. Att sja om hur inställningen kommer att bli i framtiden är ytterst svårt, för att inte säga omöjligt. Idag pekar undersökningar på att inställningen till ett djupförvar är positiv, i alla fall bland "lokalbefolkningen", men det kan snabbt ändras av t ex en kärnkraftsolycka utomlands. Om känslorna kring förvaret skulle ha en stark effekt på de ekonomiska effekterna så räcker det inte att lokalbefolkningen uppfattar förvaret som säkert och bra (även om det kan påverka den allmänna opinionen) för att ett djupförvar ska få positiva effekter. Större delar av samhället måste då vara positivt inställd för att t ex turismen i området ska påverkas positivt. Denna diskussion, tillsammans med det faktum att flera andra effekter med potential att påverka resultatet saknas i beräkningarna, tyder på att ett djupförvar kan ha potential att påverka ekonomin i Östhammars kommun positivt eller negativt.

Bland miljökostnaderna som inte kunnat värderas hör att 2,8 miljoner ton bergmassor ska lagras och användas direkt till återfyllnad under drifttiden. Borttransporterna av de 1,9 miljonerna ton bergmassor under byggtiden kommer att släppa ut andra ämnen än koldioxid och kväveoxider. Dessutom tillkommer utsläpp från övrig trafik. Buller från andra källor än trafik ingår inte i värderingen. Påverkan på havs- och grundvatten har inte heller kunnat kvantifieras och värderas. Eftersom denna effekt både påverkar miljön och kan påverka sysselsättning och inkomster i positiv eller negativ riktning så kan den resultera i en intäkt eller en kostnad. Risken för radioaktiva utsläpp är låg men kostnaderna för ett sådant utsläpp kan antas bli så stora att den förväntade kostnaden troligen är positiv. Dock kommer den

förväntade kostnaden för radioaktiva utsläpp att bli låg, dels pga den låga sannolikheten och dels pga tidsperspektivet (om man diskonterar).

Resultaten från opinionsundersökningarna tyder på att ju längre ifrån det tilltänkta djupförvaret en person bor desto mer negativt inställd till ett förvar blir han/hon. Vilka orsakerna till detta är kan vara svårt att spekulera i. Kanske har boende i Östhammars kommun och Forsmark haft tid att vänja sig vid tanken eller fått mer information eller så har man mångårig vana vid Forsmarksverken och SFR vilket kan påverka känslorna inför ett eventuellt förvar. Om det visar sig att nationella känslor kring förvaret är av betydelse för Östhammars kommuns ekonomiska utveckling så tyder detta på att information om förvaret bör spridas till hela Sveriges befolkning för att minimera en negativ ekonomisk utveckling. Med detta vill jag inte säga att det finns ett klart samband mellan information och känslor men saklig information kan hjälpa människor att skapa sig en uppfattning om förvaret vare sig den blir positiv eller negativ. Det är inte heller säkert att en person skulle reagera negativt t ex på en vara tillverkad i en kommun med ett djupförvar för att han/hon är negativt inställd till ett förvar i den egna kommunen. Den negativa inställningen kan vara ett uttryck för oro över att rädsla för förvaret ska inverka negativt på området och liknande. På samma sätt behöver inte en positiv inställning till ett förvar i den egna kommunen innebära att man kommer att vara positivt inställd till en kommun som faktiskt hårbärerar ett djupförvar. En positiv inställning kan komma av t ex att man tror att de positiva effekterna på inkomster och sysselsättning skulle överväga de uppfattade riskerna med förvaret. Och om inte det egna området får ta del av fördelarna så överväger istället de negativa känslorna. Dessa undersökningar över människors inställning till förvaret i sig behöver alltså inte säga någonting om hur människor kommer att reagera i fråga om varor från och besök till området vid förvaret och dylika frågor.

Ett djupförvar är svårt att analysera eftersom externa faktorer, t ex kärnkraftsolyckor utomlands, kan påverka de samhällsekonomiska effekterna. Eftersom människors känslor är inblandade så tillkommer dessutom komplikationen att känslor kan variera kraftigt på kort tid. Då kan även de ekonomiska effekterna av förvaret variera med känslorna.

Effekterna på sysselsättning och inkomster är troligen inte lika långsiktiga som vissa av miljöeffekterna. Vissa av utsläppen till luften kan ha långsiktiga och allvarliga konsekvenser (t ex koldioxiden där värderingen här även innefattar globala effekter) men risken för radioaktiva utsläpp är troligen den mest långsiktiga risken (undantaget ”medhjälp till global uppvärmning”) och om det inträffar så får det långsiktiga konsekvenser. En fråga som kan påverka om djupförvaret beräknas bli samhällsekonomisk lönsamt är hur vi värderar eventuella framtida miljörisker mot samhällsekonomiska konsekvenser i en närmare framtid.

Det faktum att en istid/permafrostperiod närmar sig komplicerar frågan ytterligare och tvingar fram ett antal frågor som måste besvaras, såsom hur ett samhälle under förhållanden med permafrost kan se ut, ifall man ska anta att människor återkommer när isen dragit sig undan och hur deras samhälle i sådana fall kommer att se ut och påverkas av eventuellt läckage. Eftersom glacialer kan pågå i 100 000 år så skulle detta innebära att när isen drar sig tillbaka så är det använda kärnbränslet ofarligt och ett eventuellt läckage påverkar inte ett senare samhälle. I sådana fall är de två senare frågorna irrelevanta för undersökningen.

Sett till den generella utbildningsnivån i Östhammars kommun och utbildningskraven på djupförvarets personal så borde det finnas möjligheter för arbetslösa i kommunen (eller kommuninvånare som önskar byta arbete) att anställas vid förvaret. Eftersom byggsektorn

(anläggning och installation) är en bransch som beräknas få ett uppsving genom en djupförvarsetablering och detta samtidigt är en bransch som haft det svårt i Östhammars kommun under de senaste åren så skulle en etablering av ett djupförvar i Forsmark kunna ha en positiv effekt på denna bransch i kommunen. Detta under förutsättning att byggföretagen har den kompetens och kapacitet som krävs. Detsamma gäller transportföretag. Eftersom arbetskraften vid djupförvaret bara kommer att utgöra några procentenheter av kommunens arbetskraft kan den troligen absorberas av arbetsmarknaden i kommunen utan onödiga kostnader när verksamheten vid djupförvaret avvecklas. Om förvaret istället placeras i ett område där förvarets sysselsättning blev ett betydande bidrag till arbetsmarknaden så uppkommer troligen stora kostnader när verksamheten avvecklas och en stor andel av personalen inte kan sysselsätta sig med annat i området.

Om det finns möjlighet att samköra borttransporten av bergmassor med transport av andra varor till förvaret skulle de totala kostnaderna för transporter kunna minska genom minskade totala utsläpp och buller.

Det saknas tillräckliga empiriska data, beräkningar samt värderingar för att kunna värdera alla samhällsekonomiska effekterna av ett djupförvar i Forsmark. Därför har detta arbete fått en förarbeteskaraktär och undersöker vad som är känt så här långt och vilka resultat dessa data ger. Vidare föreslås lämpliga sätt att besvara frågan mer utförligt när tillgängliga data tillåter det. De data som krävs beskrivs under metod- och identifieringskapitlet och jag skulle särskilt vilja rikta ekonomers (och andra samhällsvetares) intressen mot spinoffeffekter och möjligheter till klusterbildning, eventuella inkomsteffekter för arbetstagare, företag och stat/kommun, hur eventuella känslor kan påverka efterfrågan mm samt värdering av nyanställningar i Östhammars kommun. Beräkningar av kostnader för olika miljöeffekter skulle också vara mycket intressant när väl kvantifieringsdata för dem är tillgängliga från projekteringen av djupförvaret.

Som nämndes i inledningen ska inte ekonomiska hänsyn vara avgörande vid valet av lokaliseringsplats för djupförvaret. Men kunskap om de ekonomiska effekterna är viktiga för att kunna minimera negativa effekter och utnyttja positiva effekter maximalt.

Resultaten och diskussionen ovan tyder på att de ekonomiska effekterna av ett djupförvar blir positiva, givet dagens opinionsläge.

Källförteckning

Litteratur:

Bandhold m fl. 2001. *Näringsliv och besöksnäring i Tierp-konsekvenser av en platsundersökning och ett djupförvar för använt kärnbränsle*. SKB-rapport R-01-51. Stockholm. SKB.

Björne m fl. 1999. *Turism och besöksnäring i Tierp-Hot och möjligheter med ett djupförvar av använt kärnbränsle*. SKB-rapport R-99-47. Stockholm. SKB.

Broström m fl. 2002. *Psykosociala effekter av ett djupförvar för använt kärnbränsle-Litteraturöversikt och intervjuer med Uppsalabor*. SKB-rapport R-02-13. Stockholm. SKB.

Inregia. 1999. *Djupförvar i Tierp-socioekonomiska konsekvenser*. SKB-rapport nr R-99-49. Stockholm. SKB.

Mattsson, Bengt. 1988. *Cost-benefit kalkyler*. Göteborg. Esselte Studium AB.

Naturvårdsverket. 2003. *Värdering av tid, olyckor och miljö vid väginvesteringar-kartläggning och modellbeskrivning*. Rapport 5270 mars 2003. Stockholm. Naturvårdsverket.

Nordblom m fl. 1998. *Förstudie Oskarshamn-turismen i Oskarshamn med eller utan djupförvar*. SKB-rapport R-98-51. Stockholm. SKB.

Perman m fl. 2003. *Natural resource and environmental economics*. 3:e upplagan. Harlow, Essex. Pearson Education Limited.

Pindyck och Rubinfeld. 2001. *Microeconomics*. 5:e upplagan. New Jersey. Prentice-Hall Inc.

Sandberg m fl. 2005. *Nulägesanalys av Östhammars kommun*. SKB-rapport R-05-16. Stockholm. SKB.

SKB. 2005. *Platsundersökning Forsmark Årsrapport 2004*. Stockholm. SKB.

SKBa. 2004. *Plan 2004-Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*. Stockholm. SKB.

SKBb. 2004. *Platsundersökning Forsmark Årsrapport 2003*. Stockholm. SKB.

SKB. 2003. *Klimat*. Stockholm. SKB.

SKB. 2000. *Förstudie Östhammar- slutrapport*. Stockholm. SKB.

SKB. u.å. *Ett uppdrag i tiden - presentation av Svensk kärnbränslehantering AB*. Stockholm. SKB.

Artiklar

Bjørner. 2004. Combining socio-acoustic and contingent valuation surveys to value noise reduction. *Transportation Research Part D*. Vol 9. Nr 5. s 341-356.

Intervju

Gerd Nirvin informatör på SKB Forsmark. Telefonintervju 2005-05-30.

Internetsidor

www.forex.se. 2005-05-29 cirka klockan 16. använde valutaomvandlaren för att omvandla 1 euro till kronor vilket gav växelkursen.

Övrigt material

Arbetsmaterial från SKB⁹

Uppsala Nya tidning. 2005-05-25. Annonser för Mercedes-Benz och Philipson Uppsala bil AB.
Uppsala Nya Tidning. s 11.

⁹ Kontakta SKB för tillgång till detta material.

Bilaga 1. Beräkningar av sysselsättning och av skatt inom besöksnäringen

Sysselsättning:

Sysselsättningsantagande	Sysselsättningsnivå "normal" 10	Lågalternativ (0.75xnormal)
Total sysselsättning		
Max inkl off _{hög} ¹¹	360	270
Max inkl off _{låg}	355	266,25
Total exkl off	340	255
Alltså total variation 255-360		
	Sysselsättningsnivå "normal"	Lågalternativ (0.75xnormal)
Östhammar		
Max inkl off _{hög}	320	240
Min inkl off _{låg}	315	236,25
Max exkl off	300	225
Låg 1 ¹² inkl off _{hög}	300	225
Låg 2 inkl off _{låg}	285	213,75
Låg 1 exkl off	280	210
Låg 2 exkl off	270	202,5
Alltså total variation Östhammar 203-320		

Lokala sysselsättningseffekter för industri-, bygg- och bergsektorn:

62 % av lokala sysselsättningseffekterna för ett djupförvar är inom industri-, bygg- och bergsektorn.¹³ 6 % av de sysselsatta i Östhammars kommun var anställda inom byggindustrin år 2002.¹⁴ En tredjedel av de nyanställda inom industri- bygg- och bergsektorn antas vara inom byggsektorn.

Anställda inom byggsektorn i Östhammars kommun 2002: $8\,600 \cdot 0,06 = 516$

Lokalt anställda inom industri, bygg och berg pga djupförvar: $270 \cdot 0,62 = 167$ och $300 \cdot 0,62 = 186$

Lokalt anställda inom byggsektorn pga djupförvar: $\frac{167}{3} = 55,8$ och $\frac{186}{3} = 62$

Nyanställningar inom byggindustrin pga djupförvaret i procent:

$$\frac{55,8}{516} = 0,10814 \approx 11 \% \quad \text{och} \quad \frac{62}{516} = 0,120155 \approx 12 \%$$

Skatt för de 10 nyanställda inom besöksnäringen:

$$\frac{6\,000\,000}{100} = 60\,000 \text{ kronor i skatt/anställd} \Rightarrow 60\,000 \cdot 10 = 600\,000 \text{ i skatt}$$

$$\frac{2\,500\,000}{100} = 25\,000 \text{ kronor i skatt/anställd} \Rightarrow 25\,000 \cdot 10 = 250\,000 \text{ i skatt}$$

¹⁰ Normala nivåer exklusive offentligt anställda är från SKB. 2000. s 180-183

¹¹ Off= offentligt anställda. Off hög=20 och Off låg=15, från SKB. 2000. s 183

¹² Låg 1 = 280 arbetstillfällen, Låg 2 = 270 arbetstillfällen, från SKB. 2000. s 183

¹³ SKB. 2000. s 183

¹⁴ Sandberg. 2005. s 16

Bilaga 2. Värdering av buller

Förändring av hushåll inom olika bullernivåer vid södergående trafik ¹⁵			
Ekvivalent ljudnivå i dBA	Bygg1	Bygg2	Värdering i EUR/dB på denna nivå ¹⁶
<45	-4	-21	1
45-50	-4	7	1
50-55	8	9	1-2
55-60	-5	-4	2-4
60-65	5	9	4-6

Antaganden: Här antas att dessa värderingar kan användas för att värdera en ökning, trots att de ursprungligen behandlar en minskning av bullernivån. Frågan är då om förändringen ska värderas i förhållande till ursprungsnivån eller den nya nivån. Därför görs en beräkning för varje utgångspunkt. Vidare antas att hushållen flyttar till närmaste högre nivå där det sker en ökning. I fallet med byggskede 2 fördelas de 21 som flyttar från den lägsta nivån över flera högre nivåer.

Formeln som används för att beräkna förändringen är:

Total värdering av förändringen = bullerökning x värdering x antal påverkade hushåll.

Förändring under byggperiod 1:

Nummer	Antal	Från nivå	Värdering i EUR /dB vid den nivån	Till nivå	Värdering i EUR/dB vid den nivån	Ökning i decibel
1	4	<45	1	50-55	1-2	5-10
2	4	45-50	1	50-55	2-4	0-10
3	5	55-60	2-4	60-65	4-6	0-10

Värdering byggskede 1:

Anta ursprungsnivåns värdering			Anta nya nivåns värdering		
Nummer	Totalt per alternativ	Totalt i EUR/år		Totalt per alternativ	Totalt i EUR/år
1 låg	20			20	
1 hög	40			80	
Totalt 1		20-40			20-80
2 låg	0			0	
2 hög	40			160	
Totalt 2		0-40			0-160
3 låg	0			0	
3 hög	200			300	
3 totalt		0-200			0-300
Totalt värde förändring		20-280			20-540

¹⁵ Egen bearbetning av arbetsmaterial från SKB

¹⁶ Egen bearbetning från Bjørner. 2004.

Förändring i byggskede 2:

Nummer	Antal	Från nivå	Värdering i EUR /dB vid den nivån	Till nivå	Värdering i EUR/dB på den nivån	Ökning i decibel
1	7	<45	1	45-50	1	0-5
2	9	<45	1	50-55	1-2	5-10
3	5	<45	1	60-65	4-6	15-20
4	4	55-60	2-4	60-65	4-6	0-10

Värdering i byggskede 2:

Nummer	Anta ursprungsnivåns värdering			Anta nya nivåns värdering	
	Totalt per alternativ	Totalt i EUR/år		Totalt per alternativ	Totalt i EUR/år
1 låg	0			0	
1 hög	35			35	
Totalt 1		0-35			0-35
2 låg	45			45	
2 hög	95			180	
Totalt 2		45-95			45-180
3 låg	75			300	
3 hög	100			600	
3 totalt		75-100			300-600
4 låg	0			0	
4 hög	160			240	
Totalt 4		0-160			0-240
Totalt värde förändring		120-385			345-1 055

Värdering i kronor:

Växelkurs 1 euro=9.10 kronor.¹⁷

Byggperiod 1:

$$20 * 9,10 = 182 \text{ kronor}$$

$$280 * 9,10 = 2\,548 \text{ kronor}$$

$$540 * 9,10 = 4\,914 \text{ kronor}$$

Byggperiod 2:

$$120 * 9,10 = 1\,092 \text{ kronor}$$

$$345 * 9,10 = 3\,139,50 \text{ kronor}$$

$$385 * 9,10 = 3\,503,50 \text{ kronor}$$

$$1\,055 * 9,10 = 9\,600,50 \text{ kronor}$$

¹⁷ Från www.forex.se 2005-05-29

Bilaga 3. Värdering av utsläpp från bergmassetransporter

Kvantifiering av utsläppen:

En Mercedes drar 0.59L/mil och släpper ut 1.56 kg CO₂/mil vilket ger utsläpp på¹⁸:

$$\frac{1.56}{0.59} = 2.644068 \approx 2.64 \text{ kg CO}_2/\text{L}$$

En lastbil drar 4 L/mil och lastar 35 ton bergmassor. Detta ger under en 14 mils resa t o r:

$$2.64 * 4 * 14 = 147.84 \text{ kg CO}_2/\text{resa}$$

$$\frac{147.84}{35} = 4.224 \text{ kg CO}_2/\text{ton bergmassa}$$

Under byggperiod 1 produceras totalt 650 000 ton bergmassor vilket ger cirka 190 000 ton/år.

Under byggperiod 2 produceras totalt 1 250 000 ton bergmassor vilket ger cirka 360 000 ton/år.

Utsläpp koldioxid byggperiod 1: $4.224 * 190\,000 = 802\,560 \text{ kg CO}_2/\text{år}$
 byggperiod 2: $4.224 * 360\,000 = 1\,520\,640 \text{ kg CO}_2/\text{år}$

En faktor på 110 mellan koldioxid och kväveoxider ger då utsläpp av kväveoxider:

byggperiod 1: $802\,560 / 110 = 7\,296 \text{ kg NO}_x/\text{år}$

byggperiod 2: $1\,520\,640 / 110 = 13\,824 \text{ kg NO}_x/\text{år}$

Värdering av utsläppen:

Koldioxid värderas till 1.50 kronor/kg och kväveoxider till 60 kronor/kg. Detta ger:

Byggperiod 1s koldioxidutsläpp värderas till: $802\,560 * 1.5 = 1\,203\,840 \text{ kronor}/\text{år}$.

Byggperiod 2s koldioxidutsläpp värderas till: $1\,520\,640 * 1.5 = 2\,280\,960 \text{ kronor}/\text{år}$.

Byggperiod 1s kväveoxidutsläpp värderas till: $7\,296 * 60 = 437\,760 \text{ kronor}/\text{år}$.

Byggperiod 2s kväveoxidutsläpp värderas till: $13\,824 * 60 = 829\,440 \text{ kronor}/\text{år}$.

Känslighetsanalys:

En resa på 14 mil enkel resa, alltså 28 mil totalt ger istället:

$$2.64 * 4 * 28 = 295.68 \text{ kg CO}_2/\text{resa och } \frac{285.68}{35} = 8.448 \text{ kg CO}_2/\text{ton bergmassa}.$$

Under byggperiod 1 ger det:

$$8.448 * 190\,000 = 1\,605\,120 \text{ kg koldioxid}/\text{år som är värd } 1\,605\,120 * 1.5 = 2\,407\,680 \text{ kronor}/\text{år}$$

$$\text{och } \frac{1\,605\,120}{110} = 14\,592 \text{ kg kväveoxid}/\text{år som är värd } 14\,592 * 60 = 875\,520 \text{ kronor}/\text{år}.$$

Under byggperiod 2:

$$8.448 * 360\,000 = 3\,041\,280 \text{ kg koldioxid}/\text{år som är värd } 3\,041\,280 * 1.5 = 4\,561\,920 \text{ kronor}/\text{år}$$

$$\text{och } \frac{3\,041\,280}{110} = 27\,648 \text{ kg kväveoxid}/\text{år som är värd } 27\,648 * 60 = 1\,658\,880 \text{ kronor}/\text{år}.$$

¹⁸ Uppsala Nya tidning. 2005-05-25